

Idea Sztucznej Inteligencji

Kazimierz Trzęsicki

International Center for Formal Ontology
Warsaw University of Technology

6 grudnia 2020

Spis treści

1	Wstęp	2
2	Rajmundus Lullus	4
3	Lullyści	10
3.1	Giovanni de la Fontana	10
3.2	Mikołaj Kuzańczyk	10
3.3	Giordano Bruno	11
3.4	Thomas Hobbes	12
3.5	Athanasius Kircher	14
3.6	Język uniwersalny	18
4	Gottfried Leibniz	19
5	Zapomniani	31
6	Zakończenie	37
	Bibliografia	42

Nothing is more important than to see the sources of invention which are, in my opinion more interesting than the inventions themselves.

G. W. Leibniz¹

Profesorowi Janowi Woleńskiemu
na 80-te urodziny w darze².

Streszczenie

Sztuczna inteligencja, nadzieja na wielki postęp a zarazem obawa przed nieznanym i niewyobrażalnym, ma początki w ludzkich marzeniach, których urzeczywistnianie dokonuje się przez racjonalny wysiłek intelektualny. Zarodka intelektualnej idei sztucznej inteligencji dopatrujemy się w pomysłach Lullusa. Rozwój sztuki lullusowej, *ars combinatoria*, był udziałem wielu. Szczególną postacią w tym łańcuchu entuzjastów i badaczy był Athanasius Kircher. Okres kształtowania się idei sztucznej inteligencji kończy Gottfried Leibniz, a zarazem od niego zaczyna się historia sztucznej inteligencji jako nauki we współczesnym rozumieniu.

Artificial Intelligence, both as a hope of making substantial progress, and a fear of the unknown and unimaginable, has its roots in human dreams. These dreams are materialized by means of rational intellectual efforts. We see beginnings of such a process in Lullus's fancies. Many scholars and enthusiasts participated in the development of Lullus's art, *ars combinatoria*. Amongst them, Athanasius Kircher distinguished himself. Gottfried Leibniz ended period in which the idea of artificial intelligence was shaped, and started the new one, when artificial intelligence could be considered being part of science, by today's standards.

Keywords: artificial intelligence, *ars combinatoria*, Ramon Lullus, Athanasius Kircher, Gottfried Leibniz

1 Wstęp

Poniższy tekst został napisany przez człowieka a nie przez maszynę. Niektórzy pionierzy sztucznej inteligencji przewidywali, że w XXI w. maszyny będą

„myślały”. W lutym 2019 r. OpenAI informowało o stworzeniu algorytmu GPT-2, który m.in. pisze kompetentne, rozsądne eseje³. To, że maszyny jeszcze nie (wszystko) „publikują” byłoby dla tych przewidywań rozczarowujące. Autor niniejszego tekstu jednak nie tylko, że pisał go na komputerze, to korzystał z automatycznego wsparcia jak choćby sprawdzanie zgodności ze słownikiem, unikając w ten sposób błędów leksykalnych. Bibliografia została sporządzona automatycznie według zadanego wzorca z danych pozyskanych z bazy bibliograficznej. Ponadto korzystał z internetu, podejmując decyzję, czego szukać, z czego skorzystać i jak usystematyzować pozyskaną wiedzę i wyciągnąć wnioski, do jakich ta i inna wiedza dostarczyła racji.

Sztuczna inteligencja, AI, jest wyzwaniem i jak wierzył w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku John McCarthy (1927–2011) przełom może dokonać się w okresie od pięciu do 500 lat, lecz nigdy nie można z tego wyzwania zrezygnować.

Termin „artificial intelligence” (AI) ukuł John McCarthy w 1955 r.⁴ w związku z projektem badawczym. We wniosku czytamy⁵:

The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it. An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves.

Konferencja w Dartmouth “The Summer Research Project on Artificial Intelligence” w 1956 r. jest pierwszą konferencją poświęconą sztucznej inteligencji. Na niej doszło do odejścia od fizycznego modelu, modelu cybernetycznego myślenia maszynowego do modelu niefizycznego; logicznego, symbolicznego systemu sformalizowanego.

Termin „sztuczna inteligencja” jest jednym z tych, które można uznać za słowo-walizkę (suitcase word), przez co pomysłodawca tego terminu, a zarazem współtwórca sztucznej inteligencji Marvin Minsky rozumie słowa, w których „upakowana” jest różnorodność znaczeń (Minsky, 2006). Przez AI rozumiemy zarówno urządzenie, maszynę, jak i teorię działania tego urządzenia. Kontekst użycia terminu „AI” powinien przybliżać znaczenie, w którym w danym miejscu jest użyte. Celem AI jako dziedziny nauki jest pozyskanie wiedzy, dzięki której możliwe będą stworzenie AI, ocena jakości funkcjonowania oraz ograniczeń teoretycznych i praktycznych. Przede wszystkim AI jest ostatecznie niczym więcej niż dążeniem do replikacji ludzkich umiejętności

kognitywnych w maszynach. Termin „sztuczna inteligencja” mógłby być zastąpiony przez „technologia kognitywna”, co byłoby treściowo bliższe temu, co jest przedmiotem tej dyscypliny. AI jest dziedziną badań zorientowaną na rozwój systemów zdolnych do wykonywania zadań, których wykonanie wymaga ludzkiej inteligencji. AI jako cel to maszyna — miał to na uwadze Alan Turing, proponując test — której zachowanie nie jest odróżnialne od zachowania człowieka (Turing, 1950).

Idea tego, co dziś określamy jako sztuczną inteligencję jest — jak głosi to na przykład McCorduck (2004) — zakorzeniona w ludzkiej potrzebie czynienia czegoś na swój obraz. Jak Bóg stworzył człowieka na swoje podobieństwo, tak człowiek na swoje podobieństwo tworzy sztuczną inteligencję. Twórcy AI mieliby znaleźć się w tej długiej tradycji, obejmującej wszystko poczynając od czasów pojawienia się Dekalogu, którego pierwsze przykazanie zakazywało tworzenia bożków — nie będziesz miał bogów cudzych przede mną — przez homunkulusa (Campbell, 2010) Paracelsusa (1493/4–1541), Golema stworzonego przez Yehudah Loew ben Bezalel „Maharal” (1512/1526–1609) urodzonego w Poznaniu rabina z Pragi (Mindel, 2007) i Frankensteina (Evert, 1974) wymyślonego przez Mary Shelley (1818). To jednak wskazuje jedynie na ewentualne motywy tych, którzy marzyli o stworzeniu lub tworzyli w takiej lub w innej formie sztuczną inteligencję. To są imponderabilia. One są obecne we wszelkiej ludzkiej aktywności, a w szczególności twórczej i naukowej.

Niniejsze rozważania poświęcimy powzięciu idei sztucznej inteligencji i kształtowaniu się tego, co dawało poznawcze podstawy dla badań naukowych lub ewentualnie temu, co ma związek genetyczny z tymi badaniami. Zastanowimy się więc nad racjami intelektualnymi i przesłankami poznawczymi badań nad AI. Pominiemy — jeśli nie będzie wiązało się to z aspektem poznawczym, w jakim tu rozważamy AI — różne realizacje poczynając od mitycznych wyrobów Hefajstosa, chodzącego lwa Leonardo da Vinci (Block, 1925) i inne.

2 Rajmundus Lullus

Idei sztucznej inteligencji można dopatrywać się już u zarania filozofii w starożytnej Grecji (Dreyfus, 1972, s. XV–XVII). Dociekaniem greckich filozofów, w szczególności kształtowaniu się idei formalnych reguł rozumowania interesował się jeden ze współczesnych twórców AI, Marvin Minsky (1927–

2008) (1967, s. 106). Kiedy Grecy wymyślili logikę i geometrię fascynowała ich idea, że wszelkie rozumowanie może być zredukowane do pewnego rodzaju rachunku. Do największych osiągnięć tego starożytnego okresu zalicza się Arystotelesa koncepcja logiki formalnej i jego sylogistyka.

Na początku drogi ku idei sztucznej inteligencji jednak byli marzyciele. Ramon Lull (1232/33?–1315/16?), Katalończyk z Majorki, którą w tamtych czasach — a są to czasy rekonkwisty, która zakończy się dopiero w 1492 r. — zamieszkiwały znaczne grupy Żydów, a przeważali muzułmanie. Żył zatem *ex oriente lux*. Jest jednym z największych prominentnych pisarzy, filozofów i naukowców (Bonner, 2007; Priani, 2017).

Na uniwersytecie w Barcelonie utworzone jest centrum badań nad dorobkiem Ramona Llulla⁶. Rozważane jest znaczenie koncepcji Lullusa dla rozwoju idei sztucznej inteligencji (Fidora et al., 2011). Badania nad spuścizną Lullusa prowadzone są również na uniwersytecie w Walencji. Lullus uznawany jest za najbardziej wpływowego pisarza języka katalońskiego i autora pierwszej europejskiej powieści „Blanquerna”⁷. Lullusa Drzewo Nauk używane jest jako logo hiszpańskiej *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (Wysoka Rada Badań Naukowych)⁸. Nowa edycja dzieł wszystkich Lullusa przygotowywana przez Raimundus-Lullus-Institut (Freiburg im Breisgau) obejmować będzie 55 tomów⁹. Ostatnie badania ukazują dorobek Lullusa w zakresie teorii wyborów, m.in. jest autorem — sformułowanych kilka stuleci później — metody Bordy i kryterium Condorecta. Wyrazem uznania dla jego wkładu są terminy „zwycięski Lull” (Llull winner) i „przeegrany Lull” (Llull loser) (Szapiro, 2010, rozdz. 3).

Określany jest jako *Doctor Illuminatus* — przydomek ten zyskał po spotkaniu z Dunsem Szkotem w 1297 r. — ale nie jest zaliczony do grona doktorów Kościoła katolickiego. W 1847 r. został beatyfikowany przez papieża Piusa IX, choć w 1376 r. jego racjonalistyczny mistycyzm był potępiony przez papieża Grzegorza XI i ponownie przez papieża Pawła IV. 100 jego tez było potępionych przez inkwizytora Nicholasa Eymericha (ok. 1316–1399) — mimo to Lullus pozostawał w dobrych relacjach z Kościołem. Syntezy prac Lullusa dokonał jego uczeń Thomas Le Myésier (XIII w.–1336) w „Electorium” (1989).

Do statuy Lullusa w Montserrat wiodą obrazujące porządek boski — wzorowane na rycinie z „Logica Nova” (1512) — ośmiostopniowe schody: kamień, płomień, roślina, zwierzę, człowiek, niebo, anioł, Bóg. Symbolizują hierarchię nauk (stanów świadomości), którą głosił Lullus. Lullus inspirował wielu i nie tylko badaczy sztucznej inteligencji¹⁰.

W 1265 r., mając 33 lata, Lullus doznał objawienia i został franciszkańskim tercjarzem. Głosił, że trzy religie uznające Stary Testament: judaizm, chrześcijaństwo i islam powinny zjednoczyć się dla zatrzymania hord napierających z Azji. Zaangażował się w pracę misyjną. Chciał działać za pomocą logiki i rozumu. Około 1274 r. doznał oświecenia na górze Puig de Randa (Majorka) i powziął pomysł metody, którą następnie opisał w wydanej w 1305 r. „Ars magna generalis ultima” (1970; 2009). Towarzyszyła jej wersja skrócona „Ars brevis” (1985). Sztuka, którą zaprojektował, bazując na zapożyczeniach od Arabów — czego nie ukrywał — miała być narzędziem nawracania niewiernych. Lullus poświęcił lata na zapoznanie się z doktrynami Żydów i Arabów.

Lullus chciał pokazać, że chrześcijańską doktrynę można uzyskać mechanicznie za pomocą ustalonego zasobu idei. Jednym z licznych wymyślonych przez Lullusa narzędzi jego metody było *volvelle*, jak nazwał skonstruowane przez siebie urządzenie.

Jeśli przez maszynę logiczną rozumieć system przetwarzający dane logiczne, to Arystoteles, tworząc koncepcję logiki formalnej dawał początki symbolicznej maszynie logicznej, a Lullusa *volvelle* może być postrzegana jako fizyczna maszyna logiczna, a to zwykle określane jest jako „myśląca maszyna”.

Nazwa „*volvelle*” wywodzi się z łacińskiego czasownika „*volvere*” co znaczy tyle, co „obracać”. Inspiracji można dopatrywać w arabskim przyrządzie astrologicznym *zairja* (Link, 2010). Lullus z *zairja* najprawdopodobniej zapoznał się w czasie wypraw misyjnych (Lohr, 1984; Urvoy, 1980, 1980). *Zairja* używane było przez arabskich astrologów średniowiecznych.

Termin „*zairja*” (*zairjah*, *zairajah*, *zairdja*, *zairadja*, *zayirga*) wywodzi się z perskich słów „*zā'icha*” (horoskop, tabela astronomiczna) i „*dā'ira*” (okrąg, koło) (Link, 2010, s. 216).

Volvelle wykonane było z papieru lub z pergaminu. Było *volvelle*, za pomocą którego miały być rozstrzygane dysputy religijne. Wytwarzana była kombinacja z dziewięciu liter, reprezentujących dziewięć atrybutów Boga (które uznają wszyscy monoteiści) zapisanych na ruchomym kole. W zależności od tematu, takich kół było dwa lub więcej. Inne *volvelle*, zwane przez Lullusa „Sferą Nocy”, w czasie nocnych godzin służyło do obliczania czasu na podstawie pozycji gwiazd. Umożliwiało określenie godzin, w których zgodnie z ruchem ciał niebieskich podawanie lekarstw jest najbardziej skuteczne. Ruchome części *volvelle* ustawiane były na ciała niebieskie na czasomierzu lub na atrybuty Boga i argumenty za Jego istnieniem, ale to zależało od

tematyki. Lull chciał — jakbyśmy to dzisiaj powiedzieli — zmechanizować proces rozumowania. Twierdził, że jego sztuka prowadzi do bardziej pewnych wniosków niż sama logika i z tej racji za jej pomocą w przeciągu miesiąca można nauczyć się więcej niż za pomocą logiki w rok.

Werner Künzel tak bardzo zafascynował się „maszyną” Lullusa, że jak pisze¹¹:

Since 1987, I have programmed this first beautiful algorithm of the history of philosophy into the computer languages *COBOL*, *Assembler* and *C*.

Od 1987 r. napisałem w językach komputerowych *COBOL*, *Assembler* i *C* program tego pięknego algorytmu z historii filozofii.

Metoda Lullusa zakładała, że liczba prawd podstawowych jest ograniczona i wszystkie prawdy danej dziedziny w ogóle są z nich wyprowadalne przez kombinacje odpowiednich terminów. Maszyna miała zestawiać kombinacje i wskazywać, które z nich są prawdziwe.

*Volvelle*¹² jest też funkcjonalnie pokrewne astrolabium. Astrolabium to urządzenie, za którego pomocą obserwowano i obliczano pozycje ciał niebieskich. Może być postrzegane jako swoisty komputer analogowy do obliczeń astronomicznych.

Volvelle, a raczej ci, którzy się nim posilkowali byli podejrzewani o czarną magię. Być może podejście to miało ugruntowanie w mistycznych inspiracjach jego twórcy Lullusa, oraz w tym, że urządzenie było wykorzystywane do przepowiadania przyszłości. Liczbom i pomiarom przypisywano znaczenie spirytystyczne i ponadnaturalny potencjał.

W czasach Lullusa, szczególnie w Hiszpanii, w społeczności żydowskiej rozwijała się kabała, a jej początki mają miejsce w Kataloni w XII w. (Idel, 1988a, 1988b). Podstawowy tekst kabały „Zohar” był napisany w Hiszpanii w czasach Lullusa. Według żydowskiej tradycji język hebrajski to język, którego Bóg używał stwarzając świat. „Sefer Yetsirah” (Księga Stworzenia), jeden z najwcześniejszych mistycznych tekstów żydowskich o hellenistycznym rodowodzie (powstał między II a VII w.), opisuje proces stwarzania jako dokonujący się za pomocą 22 liter języka hebrajskiego i liczb kardynalnych. „Sefer Yetsirah” wyjaśniało jak można wyobrazić sobie i ewentualnie powtórzyć kreację przez manipulację literami alfabetu hebrajskiego. Tak tworzony był golem (Psalm 139:16). Wierzono, że dając imię golemowi można go ożywić i kontrolować jego postępowanie, a wymazując to imię go unicestwić.

Kabała interpretuje Torę za pomocą anagramów i innych kombinacji lingwistycznych. Lullus może być postrzegany jako ktoś, kto inspiruje się tymi technikami w poszukiwaniu nowego sposobu ewangelizacji. O kabale pisał¹³, że jej przedmiotem jest stworzenie, lub język. Z tej racji jest jasne, że jej mądrość rządzi pozostałymi naukami. One mają w niej swoje korzenie. Z tego powodu nauki te są podporządkowane tej mądrości, a zasady nauk i ich reguły są podporządkowane zasadom i regułom kabały. Sama argumentacja naukowa bez kabały jest niewystarczająca.

Dał Lullus podstawy średniowiecznej chrześcijańskiej kabale w jej różnych odmianach. W każdym przypadku cel był jeden: stosując zasady kabały dowieść, że Jezus był mesjaszem. Ponieważ Bóg stworzył świat, korzystając z języka hebrajskiego, kontemplacja tego języka była kontemplacją zarówno Boga jak i Jego stworzenia. Charakterystyczne jest podejście abstrakcyjne: nawet imiona Boga redukował do liter. Lullus używał alfabetu łacińskiego, lecz idea kombinacji była ta sama.

Informatycy uznali Lullusa za kogoś, kto dał (pra)początki informatyce (Copleston, 1994), (Bonner, 2007, s. 290), (Knuth, 2006, s. 56). Lullus jest tym, od którego można rozpocząć historię idei myślących maszyn, a więc historię idei sztucznej inteligencji.

Pomysł Lullusa był rewolucyjny przynajmniej z dwóch powodów, a mianowicie, że *volvelle* mogło być postrzegane jako „sztuczna pamięć”, co uwalniało użytkownika od zapamiętania dużej ilości szczegółowej informacji, a na dodatek jej zasoby mogły być wymieniane oraz dlatego, że mogło wytwarzać nową wiedzę. Treść tej wiedzy była zależna od zawartości „pamięci”. W pewnym sensie była to więc idea maszyny uniwersalnej. Ta zdolność do przetwarzania wiedzy poszerzała koncepcję Arystotelesa na formalne przetwarzanie wszelkiej wiedzy, a nie tylko wiedzy logicznej.

Były w tym też jakieś załączki idei sztucznej inteligencji. Yates (1984a, s. 185):

[Lullism] asked 'questions', based on the Aristotelian categories, of every subject. And although the questions and the answers are largely pre-determined by the presuppositions of the Art (there can be only one answer, for example, to the question 'Is God good?') yet memory in memorising such procedures is becoming a method of investigation, and a method of logical investigation. Here we have a point, and a very important one, in which Lullism as memory differs fundamentally from the classical art, which seeks

only to memorise what is given.

Lullizm stawiał ‘pytania’, na podstawie arystotelesowskich kategorii, o każdy przedmiot. A chociaż pytania i odpowiedzi w znacznej mierze były pre-determinowane przez założenia Sztuki (była tylko jedna odpowiedź, na przykład, na pytanie ‘Czy Bóg jest dobry?’) mimo to pamięć w zapamiętywaniu takich procedur staje się metodą dociekań, i metodą logicznych dociekań. Tu jest punkt, bardzo ważny, w którym lullizm jako pamięć różni się od klasycznej sztuki, która dąży tylko zapamiętania tego, co dane.

Idea formalnego przetwarzania informacji długo nie była tak oczywista, jak to dziś się zdaje. Jeszcze Kartezjusz (1918, 50) podchodził krytycznie. Pisał:

sztuka Lulliusa [służy] do mówienia bez rozeznania o tym, czego się nie wie.

Dziś już zapomniana *ars memoriae*, mnemonika, sztuka zapamiętywania była jeszcze przez Leibniza uważana za równie ważną składową wiedzy jak *ars inveniendi*, sztuka odkrywania i *ars judicandi*, sztuka uzasadniania. Jej początki wiązane są z poetą Symonidesem z Keos (ok. 556–468 p.n.e.). Jego „teatr pamięci” lub „pałac pamięci” był opartym na wyobraźni przestrzennej systemem mnemonicznym szeroko używanym do czasów odrodzenia (Yates, 1984a, s. 2)¹⁴. Inną tradycję sztuki pamiętania zapoczątkował Ramon Lullus (Yates, 1984a, s. 176):

Finally, and this is probably the most significant aspect of Lullism in the history of thought, Lull introduces movement into memory. W końcu, i to prawdopodobnie jest najbardziej znaczącym aspektem lullizmu w historii myśli, Lull wprowadził do pamięci ruch.

Lullus czerpał z dorobku tomistycznej koncepcji sztucznej pamięci, z którą zapoznał się w Pizie (Yates, 1984a, s. 193). Napisał tam „Liber ad memoriam confirmandam” (Yates, 1984a, s. 191). Rozróżnia pamięć naturalną (*naturalis*) i sztuczną (*artificialis*). Pamięć sztuczna może być wynikiem zastosowania medykamentów i plastrów, czego nie rekomenduje. Innym sposobem jest częste przypominanie tego, co ma być pamiętane, jak wół, który przeżuwa (Yates, 1984a, s. 192).

Lullus w dominikańskim kościele miał wizję. Usłyszał, że zbawienie znajdzie tylko w zakonie dominikańskim. Warunkiem przystąpienia do tego zakonu jest jednak wyrzeczenie się swojej sztuki. Był tak bardzo jednak do niej przywiązany, że uznał, iż raczej sam zostanie zgubiony niż jego sztuka miałaby zostać zagubiona, przez którą wielu może być zbawionych (Yates, 1984a, s. 173).

Lullus jest postacią kluczową w historii idei AI przede wszystkim dlatego, że oddziałował na wielu wybitnych badaczy, którzy w kolejnych epokach podejmowali na nowo jego pomysły (Bonner, 2007, Preface, s. xii–xiv). Idea *ars raymundi* ożywiała przez kilka stuleci dociekania europejczyków.

Wymieńmy w porządku chronologicznym według daty urodzenia najwybitniejszych lullystów, którzy mieli wkład w rozwój idei AI. Pominiemy więc takie postaci jak Marcin Luter (na którego Lullus też oddziałował).

3 Lullyści

Dał Lullus początek koncepcji, która przetrwała przynajmniej do czasów Gottfrieda Leibniza (Leinkauf, 2001b). Spośród wielu wskażmy tych, których idee oddziaływały najbardziej na koncepcję skonstruowania myślącej maszyny. Nie wszystko o wszystkich wiadomo. W XVI w. największym lullystą był Franciscan Bernard de Lavinheta. Niewiele jednak o nim wiemy. Wiadomo, że jego wydanie prac Lullusa było w ówczesnej Europie najbardziej powszechne (Lull & Bonner, 1985, t. I, s. 80).

3.1 Giovanni de la Fontana

(ok. 1390–1455/56)¹⁵ był wybitnym — jak to dziś powiedzielibyśmy — projektantem. Sztuki inżynierskiej uczył się z tekstów greckich i arabskich. W zaszyfrowanym „*Bellicorum instrumentorum liber, cum figuris et fictitys litoris conscriptus*”¹⁶ zilustrował i opisał różne przyrządy wojenne. W „*Secretum de thesauro experimentorum ymaginationis hominum*” (2016) udostępnionym czytelnikom około 1430 r. — również napisanym w sposób zaszyfrowany — badał różne typy pamięci i wyjaśniał funkcję sztucznej pamięci. Zaproponował pewne urządzenia do pamiętania i „maszyny” o ustalonej strukturze z częściami mobilnymi i zmiennymi, co umożliwiało kombinację znaków — było w tym bezpośrednio nawiązanie do projektu Lullusa.

3.2 Mikołaj Kuzańczyk

(1401–1464) w „De coniecturis” (2000) rozwija swoją metodę *ars generalis coniecturandi*. Opisuje sposób dokonywania przypuszczeń, ilustrując to za pomocą kołowych diagramów i symboli bardzo podobnych do lullusowych. Wenecja, w której żył, weszła w kontakty z Bizancjum i krajami arabskimi. Naturalne stało się pytanie, której dwa stulecia wcześniej stawiał Lullus, o język uniwersalny dla budowania porozumienia między Wschodem a Zachodem.

3.3 Giordano Bruno

(1548–1600) w 1563 r. wstąpił do zakonu dominikanów. Formację odbył w Neapolu, gdzie przeszedł intensywny kurs sztuki pamiętania. Nim porzucił zakon uznany był za eksperta tej sztuki (Yates, 1984b). Uznawany jest za prekursora New Age. Sztuka pamiętania była istotna w życiu i śmierci Bruno (Yates, 1984a, s. 201). Bruno wykorzystuje pomysł Lullusa dla stworzenia sztucznej pamięci, a tę mnemotechnikę stosuje do dyskursu retorycznego. Komentuje to później Kircher (1669, s. 4). Giordano Bruno rozwija również Lullusa technikę *volvelle* tak, aby można było generować nieograniczoną liczbę zdań (Bruno, 1587). W jego systemie kombinacje alfabetyczne nie prowadzą do obrazów, lecz raczej kombinacje obrazów prowadzą do sylab. Taki system nie tylko, że ułatwia zapamiętywanie, lecz umożliwia też generowanie prawie nieograniczonej liczby słów (Eco, 2002). Yates (1984a, s. 211) uważa, że:

Bruno’s brilliant achievement in finding a way of combining the classical art of memory with Lullism thus rested on an extreme ‘occultising’ of both the classical art and of Lullism. He put the images of the classical art on the Lullian combinatory wheels, but the images were magic images and the wheels were conjuring wheels.

Genialnym osiągnięciem Bruno było znalezienie sposobu skombinowania klasycznej sztuki pamiętania z lullizmem opartym na ekstremalnej ‘okultyzacji’ zarówno klasycznej sztuki pamiętania i lullizmu. Nałożył obrazy z klasycznej sztuki na lullusowe kombinatoryczne koła, lecz obrazy były obrazami magicznymi a koła były prestidigatorskie.

Bruno gorliwie uznający magiczną pseudo-egipską religię Asklepiosa jako lepszą niż chrześcijaństwo, powraca do czarnej magii czystej teurgii, do zmuszania Boga do działania. Bruno zaadaptował metody Lullusa, gorliwego chrześcijanina, do swojego celu osiągnięcia Jedności przez Wszystko (Yates, 1984a, s. 228–229).

3.4 Thomas Hobbes

(1588–1679) nie mówi się o nim jako lullyście w sensie odwoływania się do Lullusa. Dorobek Hobbesa jest ważny przede wszystkim z powodu pojmowania myślenia jako rachunku i wpływu na Leibniza. Nic też nie jest mi wiadomo o kontaktach między wybitnym lullystą Kircherem a Hobbesem. Hobbes był o 14 lat starszy od Kirchera. Hobbes interesujące tu nas dzieło „Lewiatan” opublikował w (1651) r., a Kircher „Ars Magna Sciendi” (1669) — 18 lat później.

Hobbes używa terminu „*ratiocinari*” na oznaczenie zarówno rozumowania jak i rachowania, jako czegoś jednego. Rachowanie pojmował jako składające się z dodawania i odejmowania, po prostu operacji arytmetycznych. Przytaczał różne racje takiego podejścia, powołując się na znaczenia odpowiednich słów w językach greckim i łacińskim (Hobbes, 1651, Rozdz. IV Subject to Names). Dodawał, że „sylogizm” w rzeczy samej oznacza dodawanie, sumowanie. Rachunek słów odpowiada gramatyce, syntaktyce języka naturalnego, pojmowanej jako operacja na słowach.

Hobbes jest pierwszym, kto wprost formułuje koncepcję operacji syntaktycznej jako rachunku. Procedury syntaktyczne mają naturę arytmetyczną. Hobbes uznaje funkcjonalny charakter syntaktyki jako pewnego rodzaju procedury technicznej. Słowa są użyteczne tak jak liczmany, t.j. jak uzgodnione sztuczne znaki. Słynne jest jego powiedzenie (1651, Rozdz. IV, Names Proper & Common Universal): Words are wise men’s counters¹⁷. Symboliczny charakter słów jest według Hobbesa istotą ich natury od samego początku stworzenia. Adam wymyślał słowa *ex arbitrio*. Chociaż, jak pisze Hobbes (1651, Rozdz. IV Original of Speech):

The first author of Speech was GOD himselfe, that instructed Adam how to name such creatures as he presented to his sight.

Pierwszym twórcą Mowy był sam BÓG, który instruował Adama jak nazwać te stworzenia, które dawał mu zobaczyć.

Hobbes miał negatywną ocenę kabały. Pod koniec rozdziału XL „Lewiatana” (1651) pisał, że kabała przejęła grecką demonologię, a przez kabałę religia Żydów stała się bardziej zepsuta (their Religion became much corrupted).

O rozumowaniu jako rachunku Hobbes (1651, Rozdz. V) pisze:

When a man *reasons*, he does nothing else but conceive a sum total from addition of parcels — These operations are not incident to Numbers onely, but to all manner of things that can be added together, and taken one out of another. [...] The Logicians teach the same in Consequences Of Words; adding together Two Names, to make an Affirmation; and Two Affirmations, to make a syllogisme; and Many syllogismes to make a Demonstration; and from the Summe, or Conclusion of a syllogisme, they substract one Proposition, to finde the other.

Kiedy człowiek *rozumuje*, nie czyni on niczego innego niż pojmuje jako całość sumę z dodanych jednostek. Te operacje nie są tylko związane jedynie z liczbami; lecz z wszystkimi odmianami rzeczy, które mogą być dodawane razem i brane jedna z innej. [...] logicy uczą tego samego w Konsekwencjach Słów; dodają razem dwie nazwy, aby wyrazić stwierdzenie; oraz dwóch stwierdzeń, aby uczynić sylogizm; oraz wielu sylogizmów, aby uczynić dowód; a z sumy, lub z konkluzji sylogizmu, odejmują jeden sąd, aby znaleźć inny.

Pisze też:

Out of all which we may define, (that is to say determine,) what that is, which is meant by this word Reason, when wee reckon it amongst the Faculties of the mind. For Reason, in this sense, is nothing but Reckoning (that is, Adding and Subtracting) of the Consequences of generall names agreed upon, for the Marking and Signifying of our thoughts; I say Marking them, when we reckon by our selves; and Signifying, when we demonstrate, or approve our reckonings to other men.

Z wszystkiego, co możemy zdefiniować, (tj. powiedzieć w sposób określony,) czym to jest, co znaczy słowo „rozumowanie”, kiedy zaliczamy to do zdolności umysłu. Rozumowanie, w tym sensie, jest niczym tylko rachowaniem (tj. dodawaniem i odejmowaniem)

konsekwencji uzgodnionych na to nazw ogólnych, na zaznaczanie i oznaczanie naszych myśli; mówię „zaznaczanie” ich, kiedy rachujemy dla nas samych; a „oznaczanie”, kiedy dowodzimy, lub aprobujemy nasze rachowanie dla innych ludzi.

Pierwszym zadaniem języka jest dyskurs mentalny, a więc jego funkcja kognitywna. Drugim zadaniem jest przekazywanie wiedzy innym. Trzecim — komunikowanie innym naszej woli, a czwartym jest funkcja zabawowa i artystyczna (Hobbes, 1651, rozdz. IV).

Na poglądy Hobbesa na język i rozumowanie istotny wpływ miała mechanika, nowa subdyscyplina fizyki, jakiej początki dawał Galileusz (Verburg, 1969). Galileusz mówi: *universum horologium est* (wszechświat jest zegarem).

Dla Hobbesa komputacyjne użycie naturalnych słów jest po pierwsze, konieczne, aby otrzymać rozumne, t.j. prawdziwe rozumienia (wglądy), a po drugie, jeśli rachunek wykonany jest akuratnie, uzyskać pełną niezawodność i całkowitą pewność.

3.5 Athanasius Kircher

(1602–1680) — słynny uczony jezuita, nowy Arystoteles, ostatni, kto wiedział wszystko (Findlen, 2004), mistrz stu sztuk (Reilly, 1955, 1974), ostatni człowiek Renesansu (Edward W. Schmidt, S. J. — (Glassie, 2012)) — ma wieloraki wkład w mnemotechnikę, w rozwój mechanizacji rachowania „myśli”, projektowanie automatów oraz w poszukiwanie języka uniwersalnego, który ostatecznie uwolniłby ludzkość od przekleństwa wieży Babel (Leinkauf, 2001a)¹⁸.

Dorobek naukowy Kirchera imponuje zarówno różnorodnością jak i wielkością¹⁹. Jako ciekawostkę można podać, że był pierwszym naukowcem, który był w stanie zapewnić sobie utrzymanie ze sprzedaży książek (Kasik, 2015, Rozdz. 24. Athanasius Kircher, s. 96).

Pisze Findlen (2004, s. 329):

During his own lifetime his books could be found in libraries throughout the world. He had a global reputation that was virtually unsurpassed by any early modern author.

W okresie jego życia jego książki były do znalezienia w bibliotekach całego świata. Miał globalną reputację, której praktycznie nie przekroczył żaden wcześniejszy nowożytny autor.

W „Encyclopedia Britannica” czytamy:

[...] settled in 1634 in Rome. There he remained for most of his life, functioning as a kind of one-man intellectual clearinghouse for cultural and scientific information gleaned not only from European sources but also from the far-flung network of Jesuit missionaries.

[...] w 1634 r. osiadł w Rzymie. Pozostawał tu przez większość swego życia, funkcjonując jako pewnego rodzaju jednoosobowa intelektualna izba rozrachunkowa dla kulturowej i naukowej informacji pozyskiwanej nie tylko ze źródeł europejskich, lecz także z rozpostartej po świecie sieci jezuickich misjonarzy.

Zainteresowanie osobą i dorobkiem Anathasiusa Kirchera datuje się od lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Przez trzy stulecia był zapomniany. Knittel (1644–1702) „Via Regia ad omnes scientias et artes. Hoc est: Ars universalis, scientiarum omnium artiumque arcana facilius penetrandi” (1682) była ostatnią rozprawą, która otwarcie broniła podejścia Kirchera do wiedzy, które to podejście było wówczas przedmiotem ostrej krytyki. Knittel (1682) jako swoje autorytety wskazuje Pitagorasa (ok. 570–ok. 495 p. n. e.), Arystotelesa (384–322 p.n.e.), Raimundusa Lullusa, Sebastián Izquierdo (1601–1681) oraz Athanasiusa Kirchera. „Via Regia” była bardzo popularna i miała liczne wydania (Hubka, 1981). W tych czasach Newton, który podobnie jak Leibniz był zafascynowany wieloma pytaniami, które wywoływała koncepcja Kirchera, dochodził jednak do zupełnie innych wniosków.

Donald Knuth w „Art of computer programming” (2006, s. 60–61) wskazuje trzech XVII-wiecznych autorów, jako tych, którzy dokonali odkryć, z których korzysta informatyka. Są nimi: Tacquet, van Schooten i wspomniany wyżej Izquierdo. Sebastián Izquierdo jest autorem dzieła „Pharus scientiarum ubi quidquid ad cognitionem humanam humanitùs acquisibilem pertinet, ubertim iuxta, atque succinctè pertractatur” (1659).

Współcześni historycy nauki postrzegają dorobek naukowy Kirchera jako pomocny w zrozumieniu przejścia od starożytnego do nowoczesnych sposobów myślenia o świecie²⁰. Realizowane są duże projekty badawcze²¹. W The Museum of Jurassic Technology²² jest stała ekspozycja poświęcona Kircherowi i jego spuściźnie: „Athanasius Kircher: The World Is Bound With Secret Knots”. W okresie 07.03–10.04.2008 w Collegio Romano, w miejscu, gdzie

było Kircherianum, artystka Cybéle Varela zorganizowała wystawę „Ad Sidera per Athanasius Kircher” (Do gwiazd przez Athanasiusa Kirchera).

W próbie określenia inspiracji, a także wpływu twórczości Kirchera uwzględnić trzeba jego korespondencję. Wśród 686 osób, które do niego pisały są m.in. Leibniz, Torricelli, Gasendi²³. W archiwum w Gdańsku znajdują się jego listy do Heweliusza, a w archiwum mazowieckim list do Kochańskiego. Przechowywanych jest 2741 listów²⁴. W kontekście niniejszych rozważań interesująca byłaby ewentualna korespondencja z Hobbesem. Nie znajduję danych o takiej korespondencji. Wśród respondentów nie ma też Kartezjusza (1596–1650).

Kircher podejmuje idee Lullusa przede wszystkim w „Ars Magna” (1669). Dzieło składa się z XII ksiąg. Są księgi, których tytuły bezpośrednio wskazują na interesujące nas zagadnienia: III. *Methodus Lulliana*; IV. *Ars Combinatoria*.

Kircher nie tylko omawia koncepcję Lullusa, ale również przedstawia nową i uniwersalną lullusową metodę kombinacji pojęć. Zdaje się żywić przekonanie, że Lullusa sposób kombinacji jest sekretny i mistyczny, że stoi za tym ezoteryka.

Kircher stosował te same koła, co Lullus, lecz różnił się wyborem symboli, które miałyby być kombinowane. Ta notacja powoduje różnicę. Próbował wytwarzać możliwe kombinacje wszystkich skończonych alfabetów (nie tylko graficznych, lecz również matematycznych). Kircher był znany ze swoich umiejętności kodowania i dekodowania. Próbował odczytać hieroglify, ponadto poznał koptyjski i jest autorem pierwszej gramatyki tego języka „Prodromus coputs sive aegyptiacus” (1636), a w „Lingua aegyptica restituta” (1643) wykazywał, że język koptyjski jest ostatnią fazą rozwoju starożytnego języka egipskiego. Bardziej zmatematyzowany sposób podejścia odróżnia jego projekt od projektu Lullusa. Język uniwersalny, *lingua universalis*, nie tylko, że umożliwia rozumienie wszystkiego, ale również jest narzędziem ścisłości dociekań.

Idea wiązania cyfr z wyrazami realizowana jest w gematrii, która jest składową kabały²⁵. Nazwa wywodzi się od „geometria”. Gematria ma swoje początki w asyryjsko-babilońskim systemie kodowania alfanumerycznego. Podobne pomysły mieli też inni, m.in. Grecy i Arabowie.

Kircher nie tylko podejmował zagadnienia teoretyczne szyfracji i deszyfracji, ale również zaprojektował maszynę do kodowania i dekodowania. Te i inne kolekcjonowane przez Kirchera maszyny i automaty znajdowały się w Kircherianum²⁶ (Findlen, 1996, 2003). Jest to jedno z pierwszych muzeów pu-

blicznych, w którym oprócz pozyskanych artefaktów eksponował wiele owoców swojej inwencji, m.in. wykonał modele robotów, wyposażając je w mówiące tuby tak, że automat witał zwiedzających (Gorman, 2001; Waddell, 2010; Leinkauf, 1994; Stolzenberg, 2001). W wiekach XIV i XV nie brakowało pomysłodawców i projektantów różnego rodzaju maszyn i automatów; kimś takim był np. Leonardo da Vinci (1452–1519).

W 1649 r. Kircher wymyślił pierwszą z arek, inaczej *cistae* — były to drewniane skrzynki, które na listwach miały wypisane liczby, słowa, dźwięki (*Arca musurgica*) (Klotz, 1999), w ogóle wszystko, co może być automatycznie przetwarzane przez maszynę, która kombinuje rzeczy zgodnie z logiką określoną i zaprogramowaną przez wynalazcę (Knittel, 1682, s. 60), (Miniati, 1989). Te organy, jak je również nazywano z powodu podobieństwa do organów muzycznych, tworzyły dopełniający system rozpowszechniania systemów szyfrujących (*polygraphic* i *steganographic*) (Findlen, 2004, s. 287).

W muzeum historii nauki Museo Galileo²⁷ we Florencji przechowywane jest *Organum Mathematicum*²⁸, które Kircher zaprojektował dla księcia Karla Josepha z Austrii. Zawierało całą niezbędną dla księcia wiedzę matematyczną. Proste obliczenia arytmetyczne, geometryczne i astronomiczne wykonywane były za pomocą manipulowania drewnianymi prętami. Za jego pomocą można było pisać wiadomości kodem cyfrowym, projektować umocnienia, obliczać datę Wielkanocy, a także komponować muzykę. Chociaż Kircher deklarował, że pozyskiwanie wiedzy matematycznej nie będzie uciążliwe, to jednak wiele operacji wymagało sprawności matematycznej i zapamiętania długich łacińskich wierszy (Schott, 1666)²⁹. *Abacus Harmonicus* (*Abacum Arithmetico-Harmonicum*), tabularyczna metoda tworzenia muzyki została opisana w „*Musurgia Universalis*” (Kircher, 1650), (Gouk, 2001; Stolzenberg, 2001). Do komponowania muzyki metodą aleatoryczną służyła *Arca Musarithmica*, mogąca — jak się ją opisuje — wytwarzać miliony kościelnych hymnów przez kombinację wybranych fraz muzycznych. Uwagę „muzycznym” pomysłem Kirchera poświęca Donald Knuth w IV tomie „*The art of computer programming. Generating all trees. History of Combinatorial Generation*” (2006, s. 52, 53, 59, 74).

Kircher w „*Polygraphia nova et universalis, ex combinatoria arte detecta*” (1663) zaprojektował nie tylko *polygraphy*, język międzynarodowy dostępny dla wszystkich, lecz również *steganography*, sekretny język do szyfrowania wiadomości. W tworzeniu *polygraphy* Kircher stosował — jaki sam pisze — *Lullusa ars combinatoria*.

We wstępie do „*Polygraphia nova et universalis, ex combinatoria arte de-*

tecta” adresowanym do cesarza Ferdynanda III Kircher pisał o polygraphy, że wszystkie języki redukuje do jednego (*linguarum omnium ad unam reductio*). Każdy, kto będzie stosował polygraphy, nawet gdyby nie znał nic poza swoją własną mową, będzie zdolny do korespondencji z każdym innym bez względu na jego narodowość. Tak rozumiana polygraphy byłaby właściwie pasiography, tj. projektem pisanego języka lub międzynarodowym alfabetem, który nie musiałby być mówiony.

Te działania motywowane są dążeniem do przywrócenia ludzkości języka sprzed pomieszania języków, co jest następstwem wznoszenia wieży Babel. Są to pomysły na realizację ludzkiej tęsknoty za idealnym językiem, którym posługiwali się Adam i Ewa w raju (Eco, 2002, s. 196–200). Tęsknota za rozumieniem każdego bez względu na to, w jakim mówi języku, jest też przywołana w Nowym Testamencie, kiedy w dniu zesłania Ducha Świętego każdy — bez względu na to, z jakiego był kraju i jakim posługiwał się językiem — rozumiał, co głosili apostołowie, choć ci mówili w swoim języku.

Odróżnienie przez Kirchera dwóch słowników mogłoby być kojarzone ze współcześnie rozważanymi metodami automatycznego tłumaczenia: wszystko tłumaczone jest na jeden wyróżniony język, a z tego języka dopiero na każdy inny. Słownik *A* służył do kodowania, a słownik *B* do dekodowania komunikatu. Na przykład³⁰ (1663, s. 9–14):

XXVII.36N XXX.21N II.5N XXIII.8D XXVIII.10 XXX.20

było dekodowane na łacinę jako:

Petrus noster amicus, venit ad nos.

Co po polsku znaczy tyle, co:

Przyszedł do nas Piotr, nasz przyjaciel.

Według Knittela Kircher stworzył *clavis universalis*, klucz uniwersalny, otwierający dostęp do tajemnic wszechświata (Findlen, 2004, s. 5).

3.6 Język uniwersalny

XVII wiek jest płodny w koncepcje sztucznych języków. Poszukuje się języka uniwersalnego, rozumianego jako język, w którym można wyrazić wszystkie sądy i pojęcia, a nadto podatny do rachunkowego przetwarzania. Byłby to język inwencji w rozumieniu Hobbesa.

Zadanie stworzenia języka uniwersalnego postawił sobie John Wilkins (1614–1672), jeden z geniuszy tamtych czasów. Znał twórczość Kirchera (Wilkins, 1668, s. 452). W „An Essay towards a Real Character and a Philosophical Language” (1668), gdzie przedstawił swoją koncepcję języka nie ma wzmianki ani o Hobbesie — a przecież był to, podobnie jak Wilkins, filozof angielski. Nie ma wzmianki o Leibnizu, ale jego „Dissertatio de Arte Combinatoria” (1666) zostało opublikowane dwa lata wcześniej niż Wilkinsa „An Essay towards a Real Character and a Philosophical Language” (1668). Okazuje się, że prekursorem Wilkinsa był Dalgarno, autor „Ars Signorum” (Dalgarno, 1661a, 1661b), na którego powoływał się Leibniz.

Wilkins miał na uwadze język uniwersalny, który w pierwszym rzędzie ułatwiłby komunikację międzynarodową uczonych. Miał zastąpić łacinę, choć ta miała za sobą tysiącletnią historię w nauce świata chrześcijańskiego. Łacina — jak deklarował — miała być trudna do nauczenia się. Inaczej niż inne projekty tamtego czasu nowy język uniwersalny miał być tylko językiem pomocniczym. Funkcję *lingua franca* mógłby pełnić również w przypadku dyplomacji, podróży, handlu i innych sytuacji (Wilkins, 1694). Schemat *lingua franca* oparty na kodowaniu matematycznym w 1630 r. opublikował angielski matematyk John Pell (Malcolm & Stedall, 2005, s. 55). Idea uproszczenia łaciny była bliska też Giuseppe Peano (1858–1932) (Kennedy, 2006), słynnemu matematykowi włoskiemu, który w „Latino sine flexione, Interlingua de Academia pro Interlingua” (1903) zaproponował łacinę bez fleksji. W kontekście naszych rozważań warto podkreślić jest odwoływanie się przez Peano do Leibniza przez umieszczanie wrywków z jego pism jako motta do poszczególnych paragrafów swojego tekstu. W 1926 r. dla kontynuacji prac powołano „Istituto pro Interlingua”. Instytut do roku 1939 publikował poświęcone prowadzonym w nim pracom czasopismo „Schola et Vita” (Blanke, 2018, s. 154).

4 Gottfried Leibniz

(1646–1716) był uczonym, do którego dorobku odwoływało się wielu, w szczególności Frege, który pisząc „Begriffsschrift” (1879) realizował idee języka uniwersalnego, *lingua characteristica* i rachunku formalnego, *calculus ratiocinator*.

W koncepcji Leibniza skumulowały się wszystkie racjonalne elementy dociekających lullystów. Przejął dziedzictwo Hobbes’a arytmetycznej filozofii języka.

Rozwijał jego idee sztucznego języka i symbolicznego systemu (Fidora et al., 2011).

W liście do Hobbesa z lipca 1670 r. (1989b, s. 105–106) pisał, że przeczytał prawie wszystkie jego prace i że skorzystał z nich jak z niewielu innych. Ten list nie został Hobbesowi doręczony a późniejszy pozostał tylko jako szkic (Schuhmann, 2005).

Leibniz jako student zapoznał się z późno-scholastyczną myślą jezuitę Francisco Suáreza (1548–1617), który cieszył się szacunkiem na luterkańskich uniwersytetach. Interesujące są relacje Leibniza z innym jezuitą, a mianowicie Athanasiusem Kircherem (Friedländer, 1937). W „Synopsis Dissertationis De Arte Combinatoria”, a więc na samym początku „Dissertatio de arte combinatoria” (1666) powołuje się na Lullusa i jego sztukę. Wiedzę o niej czerpał głównie za pośrednictwem prac autorstwa Kirchera. 16 maja 1670 r. napisał list do Kirchera (Friedländer, 1937, s. 229–231), a odpowiedź uzyskał 23 czerwca³¹ (Friedländer, 1937, s. 232–233). Leibniz w liście odwołuje się do swojej „Dissertatio de arte combinatoria” (1666) i wyraża podziw dla dopiero co opublikowanego dzieła Kirchera „Ars Magna” (1669). Wartość *ars combinatoria* dostrzega w jej funkcji jako *logica inventoria* i w rozwoju *scriptura universalis*. Píše o jej wykorzystaniu w wówczas podejmowanych próbach ustanowienia nowego porządku i podstaw systemu prawa. Podkreśla jednak jej fundamentalną funkcję jako ogólnej podstawy wiedzy naukowej. Było to bliskie Kircherowi, który sam wskazywał na ważną rolę *ars combinatoria* dla ugruntowania tak różnych nauk jak matematyka, medycyna, nauka prawa i teologia. Leibniz interesował się też pismami Kirchera na temat Egiptu i Chin.

Leibniz koncepcję myślenia jako rachunku przejmuje od Hobbesa. Pozostaje mu określić, czym są jednostki (parcel), o których Hobbes mówi jako o argumentach operacji rachunkowych. Koncepcję sztuki lullusowej wyłożoną w „Dissertatio de arte combinatoria” (1666), napisanej w wieku 19 lat zintegrował ze swoją metafizyką i filozofią nauki.

„Dissertatio de arte combinatoria” (1666) to poszerzona wersja dysertacji doktorskiej, przygotowanej zanim Leibniz podjął badania matematyczne. Wydanie zostało w 1690 r. wznowione bez zgody Leibniza. Leibniz wielokrotnie wyrażał żal, że w obiegu jest wersja, którą uważa za niedojrzałą.

Przykładowymi problemami, do których stosuje się *ars combinatoria* są kwestie z prawa, muzyki, Arystotelesa koncepcja czterech typów materii (prezentowana jest w postaci diagramu, a więc w sposób typowy dla Lullusa), z których wszystko jest złożone, a przede wszystkim — z punktu widzenia

interesującego nas tematu, ale i tego, co się ostało próbie czasu — to zastosowania do rozumowania.

Leibniz uznawany jest za najwybitniejszego logika od czasów Arystotelesa aż do czasu, kiedy to George’a Boole’a opublikował „The Mathematical Analysis of Logic: Being an Essay Towards a Calculus of Deduction Reasoning” (1847), a Augustus de Morgan „Formal Logic: or, The Calculus of Inference, Necessary and Probable” (1847).

Leibniz chciał, aby język uniwersalny umożliwiał nadanie prawom logiki charakteru reguł rachunkowych. Pisał (1989a, s. 664):

At the same time this could be a kind of universal language or writing, though infinitely different from all such languages which have thus far been proposed, for the characters and the words themselves would give directions to reason, and the errors — except those of fact — would be only mistakes in calculation. It would be very difficult to form or invent this language or characteristic but very easy to learn it without any dictionaries.

Tym samym byłby to rodzaj uniwersalnego języka lub pisma, chociaż nieskończenie różny od wszystkich takich języków, które dotychczas były proponowane, ponieważ same litery i słowa wskazywałyby kierunek rozumowania, a błędy — poza tymi, dotyczącymi faktów — byłyby tylko z powodu błędów w rachunku. Byłoby bardzo trudno stworzyć lub wynaleźć taki język lub charakterystykę, lecz bardzo łatwo można byłoby się go nauczyć bez słowników.

W liście do matematyka G. F. A. L’Hospital’a, czytamy (Davis, 2001, rozdz. 1), że część sekretu „algebry” zawiera się w charakterystyce, t.j. w sztuce właściwego użycia wyrażeń symbolicznych. Troska o właściwe użycie symbolu byłaby *filium Ariadne*, która prowadziłaby badaczy w tworzeniu tej charakterystyki.

W „Dissertatio de arte combinatoria” (1666) krytykował „alfabet” Lullusa jako ograniczony i proponował alternatywny, poszerzony, a zamiast liter za właściwe uważał raczej użycie cyfr. Na przykład proponował, aby „2” reprezentowało przestrzeń, pojęcie „między” ma być reprezentowane przez „3”, a całość przez „10”. Takie kodowanie szyfruje „odcinek” jako 2.3.10. Poprzez zakodowanie cyfrowe wszystkie problemy zostaną zredukowane do problemów

matematycznych, a ich rozwiązanie dokona się poprzez operacje rachunkowe. Ta idea antycypuje współczesne AI (Fidora et al., 2011). Kodowanie cyfrowe stosowali już inni lullyści poprzednicy Leibniza.

Kiedy głosimy tezę o wkładzie badacza w rozwój naukowy uwzględniamy to, czego świadomość miał Leibniz, kiedy pisał: (1989a, s. 664):

[...] Besides taking care to direct my study toward edification, I have tried to uncover and unite the truth buried and scattered under the opinions of all the different philosophical sects, and I believe I have added something of my own which takes a few steps forward.

[...] Poza zadbaniem o nakierowanie moich badań na oświecenie, próbowałem odkryć i połączyć prawdę pochowaną i rozproszoną wśród różnych poglądów wszystkich różnych odłamów filozoficznych i wierzę, że dodałem coś własnego, co prowadzi parę kroków do przodu.

Wkład Leibniza w rozwój idei AI zauważamy przede wszystkim w dwóch nowościach jego dociekań, a raczej — co byłoby tezą ostrożniejszą zważywszy, że można odnaleźć poprzedników — we wskazaniu na istotność i późniejsze oddziaływanie, po pierwsze sytuacji, w której nasza wiedza nie osiąga pewności i musimy zadowolić się prawdopodobieństwem i, po drugie, nie tylko poznawczego, ale również ontologicznego miejsca systemu binarnego.

AI ma zachować się tak, jak zachowałyby się człowiek, który nie popełnia błędów. AI musi sobie radzić więc również w sytuacjach, z którymi radzi sobie człowiek, w szczególności podejmując decyzje i działania w warunkach niepełnej lub niepewnej informacji. Ten aspekt zauważa Leibniz (w odniesieniu do języka uniwersalnego, który w kontekście jego wypowiedzi możemy rozumieć jako „myślącą maszynę”). Leibniz (1989a, s. 664) pisał:

When we lack sufficient data to arrive at certainty in our truths, it would also serve to estimate degrees of probability and to see what is needed to provide this certainty. Such an estimate would be most important for the problems of life and for practical considerations, where our errors in estimating probabilities often amount to more than half [...].

Kiedy brakuje nam wystarczających danych dla uzyskania pewności naszych prawd, to [język uniwersalny] służyłby do oszaco-

wania stopnia prawdopodobieństwa i zrozumienia, co trzeba pozyskać dla tej pewności. Takie oszacowanie byłoby najważniejsze dla problemów życiowych i praktycznych rozważań, kiedy nasze błędy w oszacowaniu prawdopodobieństwa często wynoszą ponad połowę [...].

Leibniz w wielu tekstach i listach pisanych w latach 1679–1697, a więc przez osiemnaście lat, rozwijał notację i rozwiązywał kwestie algorytmicznego (mechanicznego) wykonywania operacji arytmetycznych. Opracował też szkic zasad działania maszyny binarnej, wykorzystującej kule i otwory, kijki i bruzdy do ich przemieszczania³² (Leibniz, 1679, 1703; Trzęsicki, 2006c, 2006b)³³.

Leibniz rozważał ideę logiki trójwartościowej w „Specimina Iuriss III” (Scholz, 1931, s. 20).

System binarny jako podstawę liczenia maszynowego wskazuje też żyjący na przełomie XVIII i XIX wybitny angielski wynalazca Thomas Fowler (1777–1843), który również zaprojektował drewniany „komputer”, działający według zasad systemu ternarnego³⁴ (Vass, 2016).

W styczniu 1697 Leibniz wraz z życzeniami urodzinowymi do swego protektora księcia Rudolfa Augusta z Brunszwika (Herzog von Braunschweig-Wolfenbüttel Rudolph August) przesłał list³⁵, w którym omawia system binarny i ideę stworzenia z 0 jako nicością i 1 jako Bogiem (Swetz, 2003).

Dla Leibniza (1697) nicość i ciemność odpowiadają zeru, zaś promieniujący duch Boga odpowiada jedynce. Uważał bowiem, że wszystkie kombinacje powstają z jedności i nicości, co jest podobne temu, gdy mówi się, że Bóg uczynił wszystko z niczego i że były tylko dwie zasady: Bóg i nicość. Zaprojektował medal, którego motywem przewodnim było *imago creationis* i *ex nihil ducendis Sufficit Unum*. Jedynce odpowiada Słońce, które promieniuje na bezkształtną ziemię, zero. Nawiązywał tym do Pitagorasa i Platona. Z ducha było to kabalistyczne, miało osadzenie w gematrii. Podobna fascynacja binarnością i podobne, choć różne w treści, sformułowanie znajdujemy już w napisanym ok. 1143 r. „Kodeksie z Salem” (Cantor, 1865, Epilogus de examinatione omnium specierum, s. 10):

Et sciendum, quod in hoc magnum latet sacramentum. Per hoc, quod sine inicio est et fine, figuratur ipse, qui est vere alpha et ω , id est sine inicio et fine; et sicut 0 non auget nec minuit, sic ipse nec recipit augmentum nec deterimentum; et sicut omnes numerus decuplat, sic ipse non solum decuplat, sed millificat, immo ut

verius dicam omnia ex nichilo creat, conservat atque gubernat. I trzeba wiedzieć, że wielka w tym kryje się tajemnica. Przez to, co jest bez początku i końca on sam siebie ukazuje jako ten, który prawdziwie jest alfa i ω , to jest bez początku ani końca, i tak, jak 0 nie rośnie ani nie maleje, tak on sam ani nie powiększa się, ani nie doznaje uszczerbku; i, jak ono wszystkie liczby udziesięciokrotnia, tak on sam nie tylko udziesięciokrotnia, ale utysiąckrotnia, co więcej, abym bardziej prawdziwie się wyraził, wszystko tworzy z niczego, zachowuje i kieruje.

Idea kodu binarnego nie jest nowością (Ligonnière, 1992). Leibniz sam wskazywał poprzednika w osobie trzynastowiecznego matematyka arabskiego Abdallaha Beidhawy. Około 1600 r. binarną notację stosował angielski astronom Thomas Harriot. O jego osiągnięciach pisze Shirley (1951):

Though it is frequently stated that binary numeration was first formally proposed by Leibniz as an illustration of his dualistic philosophy, the mathematical papers of Thomas Harriot (1560–1621) show clearly that Harriot not only experimented with number systems, but also understood clearly the theory and practice of binary numeration nearly a century before Leibniz’s time.

Chociaż często stwierdza się, że system binarny po raz pierwszy formalnie zaproponował Leibniz jako zobrazowanie swojej dualistycznej filozofii, matematyczne teksty Thomasa Harriota (1560–1621) jasno pokazują, że Harriot nie tylko eksperymentował z systemami liczbowymi, lecz także rozumiał jasno teorię i praktykę binarnej numeracji blisko na wiek przed czasami Leibniza.

Podobną opinię ma Ineichen (2008):

He is probably the first inventor of the binary system, as several manuscripts in his legacy show. In the binary system, he uses the numerals 0 and 1 and shows examples of how to move from the decimal system to the binary system and *vice versa* (*conversio* or *reductio*). Using further examples, he demonstrates the basic arithmetic operations.

Prawdopodobnie jest on [Harriot] pierwszym pomysłodawcą binarnego systemu, jak pokazuje szereg pozostawionych przez niego manuskryptów. W systemie binarnym używa numerałów 0 i 1 i

podaje przykłady jak przejść z systemu dziesiętnego do systemu binarnego i *vice versa* (*conversio* lub *reductio*). Podając dalsze przykłady, demonstruje podstawowe operacje arytmetyczne.

Ineichen jako pierwszą publikację na temat systemu binarnego wskazuje opublikowane w 1670 r. dwutomowe dzieło „*Mathesis biceps vetus et nova*” (1670) autorstwa Juana Caramuela y Lobkowitz (Ioannis Caramuelis). W związku z tym pracami Harriota i Caramuela stawia się pytanie, czy Leibniz dokonał plagiatu. Na pytanie to udziela się odpowiedzi pozytywnej (Ares, Lara, Lizcano, & Martínez, 2018). Tak, czy owak Leibniz opracował system binarny, a więc sposób wykonywania operacji zarówno arytmetycznych — co sam opisał — oraz operacji logicznych — co uczynił Boole. Swoim przekonaniem, że wszystko jest stworzone z 0 i 1 antycypował to, co realizuje współczesna informatyka, że wszelka informacja daje się zapisać binarnie. Teza ontologiczna o świecie jako stworzonym przez 1 za pomocą 0 otworzyła nowe perspektywy dla połączenia koncepcji informacji z metafizyką. Zachwalając swoją arytmetykę binarną Leibniz twierdził (Leibniz, 1990):

tamen ubi Arithmeticam meam Binariam excogitavi, antequam Fohianorum characterum in mentem venirent, pulcherrimam in ea latere judicavi imaginem creationis, seu originis rerum ex nihilo per potentiam summae Unitatis, seu Dei.

jednak gdy wymyśliłem moją arytmetykę binarną, zanim zaznałbym się z symbolami Fohy, uznałem w nich najpiękniejszy obraz stworzenia, czyli pochodzenia rzeczy z niczego dzięki najwyższej mocy Jedności, czyli Boga.

Idea ta tak bardzo fascynowała Leibniza, że przekazywał ją ojcu Grimaldi, matematykowi na dworze cesarza Chin w nadziei, że za jej pomocą doprowadzi do nawrócenia cesarza a wraz z nim chrystianizacji całych Chin (Leibniz, 1697).

Po 1703 r., a więc po publikacji „Explication de l’arithmétique binaire, qui se sert des seuls caractères 0 et 1, avec des remarques sur son utilité, et sur ce quelle donne le sens des anciennes figures Chinoises de Fohy” następuje wzrost zainteresowania systemami, które nie są dziesiętne.

Dla twórców komputerów zastosowanie kodu binarnego nie było oczywiste. Ukończony latem 1946 r. amerykański ENIAC, inaczej niż kodowane binarnie Z3, ABC i Colossus, bazował na arytmetyce dziesiętnej. O korzystaniu w komputerach z systemu binarnego ostatecznie przesądził dopiero

„Burk-Goldstine-Von Neuman Report” z 1947 r., w którym czytamy (Burks, Goldstine, & von Neuman, 1987, s. 105):

An additional point that deserves emphasis is this: An important part of the machine is not arithmetical, but logical in nature. Now logics, being a yes-no system, is fundamentally binary. Therefore, a binary arrangement of the arithmetical organs contributes very significantly towards a more homogeneous machine, which can be better integrated and is more efficient.

Dodatkowy punkt, który zasługuje na podkreślenie jest następujący: Ważna część maszyny nie jest natury arytmetycznej, lecz logicznej. Obecnie logika, będąc systemem tak-nie, jest zasadniczo binarna. Dlatego binarne zorganizowanie urządzeń arytmetycznych znacząco wpływa na większą homogeniczność maszyny, która może być lepiej zintegrowana i jest bardziej wydajna.

Pierwszego binarnego zakodowania znaków alfanumerycznych dokonał Giuseppe Peano (1858–1932) W latach 1887–1901 zaprojektował abstrakcyjną maszynę stenograficzną opartą na kodowaniu binarnym wszystkich sylab języka włoskiego. Razem z fonemami za pomocą 16 bitów (miał więc 65 536 kombinacji), zakodowane było 25 liter alfabetu (włoskiego) i 10 cyfr. Kod Peany nie został zauważony i był zapomniany.

Koncepcja, że wszystko jest stworzone z 0 i 1 jest powodem, dla którego twórca algorytmicznej teorii informacji Chaitin — jak pisze nie całkiem na serio — proponuje nazwać podstawową jednostkę informacji nie „bit” lecz „leibniz” (Chaitin, 2004; Trzęsicki, 2006a):

[...] all of information theory derives from Leibniz, for he was the first to emphasize the creative combinatorial potential of the 0 and 1 bit, and how everything can be built up from this one elemental choice, from these two elemental possibilities. So, perhaps not entirely seriously, I should propose changing the name of the unit of information from the bit to the leibniz!

[...] cała teoria informacji wywodzi się z Leibniza, ponieważ on pierwszy podkreślił kreatywny kombinatoryczny potencjał bitu 0 i 1, i jak wszystko może być zbudowane przez ten jeden elementarny wybór, z tych dwu elementarnych możliwości. Tak, być

może nie całkiem na serio, powinienem zaproponować zmianę nazwy jednostki informacji z bit na leibniz!.

Jednostka „leibniz” mogła by być jednostką (parcel), o której pisał Hobbes.

Leibniz był przekonany, że świat urządzone jest zgodnie z zasadami matematyki. Myśl tę skrótowo wyraża zdanie (1890a, s. 191)³⁶:

Cum Deus calculat et cogitationem exercet, fit mundus
Gdy Bóg przemyśliwa rzeczy i rachuje, staje się świat.

Matematyka jest narzędziem Konstruktora świata a liczby są materiałem, z którego stworzony jest świat.

Myśl ta ma podstawy w starotestamentowej „Księdze Mądrości” (kanonicznej dla katolików i prawosławnych, chrześcijan etiopskich i syryjskich — powstała w świecie hellenistycznym), w której czytamy (Mdr 11,20):

aleś Ty wszystko urządził według miary i liczby, i wagi!

Idea matematyczności świata legła u podstaw nowoczesnego przyrodoznawstwa, którego początki zwykło wiązać się z wystąpieniem Galileusza, który głosił, że księga natury zapisana jest językiem matematyki.

Jeśli myślenie jest rachunkiem, a świat stworzony jest z liczb, to do wszelkiej prawdy, do której możemy dojść, dojdziemy drogą rachunkową. Zatem (Leibniz, 1890b, t. 7, s. 200)³⁷:

Quo facto, quando orientur controversiae, non magis disputatione
opus erit inter duos philosophos, quam inter duos Computistas.
Sufficiet enim calamos in manus sumere sedereque ad abacos, et
sibi mutuo (accito si placet amico) dicere: c a l c u l e m u s.

Gdyby spór powstał, dysputa między dwoma filozofami nie wymagałaby większego wysiłku niż między dwoma rachmistrzami. Wystarczyłoby bowiem, aby wzięli ołówki w swoje ręce, usiedli przy swoich tabliczkach i jeden drugiemu (z przyjacielem jako świadkiem, gdyby zechcieli) powiedzieli: P o l i c z m y.

Dodajmy, że idea stosowania reguł matematycznych jako sposobu rozwiązywania kwestii teologicznych była głoszona przez Juana Caramuela y Lobkowitza w dziele „*Teologia moralis ad prima atque clarissima principia reducta*” (1645).

Rachowanie jest czynnością, w której maszyna może zastąpić człowieka. W 1685 r., omawiając wartość dla astronomów wymyślonej w 1673 r. przez siebie maszyny liczącej sprawniejszej niż pascalina i wykonywującej wszystkie podstawowe działania arytmetyczne pisał (Davis, 2001, Rozdz. I: Leibniz's Dream), (Leibniz, 1929, s. 181), że:

For it is unworthy of excellent men to lose hours like slaves in the labor of calculation which could safely be relegated to anyone else if the machine were used.

Nie jest godne wspaniałego człowieka tracić godziny jak niewolnicy w pracy rachunkowej, która bez obaw może być przekazana komukolwiek, gdyby użyć maszyny.

Charles Babbage, kiedy wraz z kolegą przygotowywał tablice matematyczne, zauważając mnóstwo błędów sfrustrowany miał wykrzyknąć (Swade, 2002):

I wish to God these calculations had been executed by steam!
Na Boga, chciałbym te rachunki powierzyć parze!

Konrad Zuse w wywiadzie z Uta Merzbach w 1978 mówił, że ta myśl, że³⁸:

It's beneath a man. That should be accomplished with machines.

motywowała go do pojęcia prac nad skonstruowaniem komputera (Copeland, Bowen, Sprevak and, & Wilson, 2016, s. 449).

Ten pragmatyczny argument z powyższymi argumentami natury metafizycznej może inspirować informatykę i rozwój jej narzędzi w kierunku sztucznej inteligencji. Wszelka prawda ma bowiem reprezentację liczbową, a myślenie jest reprezentowane przez operacje liczbowe, a to wszystko może wykonać maszyna.

Idea mechanicznego pozyskiwania wiedzy, *ars combinatoria*, musiała być w XVII w. popularna, jeśli znajdujemy również literackie odniesienia do niej. Jonathan Swift (1667–1745), Irlandczyk, dwadzieścia jeden lat młodszy od Leibniza, w 1726 r. w „Gulliver's Travels” literacko obrazuje taką ideę (Swift, 1892, 2020):

The first professor I saw, was in a very large room, with forty pupils about him. After salutation, observing me to look earnestly upon a frame, which took up the greatest part of both the length and breadth of the room, he said, “Perhaps I might wonder to see

him employed in a project for improving speculative knowledge, by practical and mechanical operations. But the world would soon be sensible of its usefulness; and he flattered himself, that a more noble, exalted thought never sprang in any other man's head. Every one knew how laborious the usual method is of attaining to arts and sciences; whereas, by his contrivance, the most ignorant person, at a reasonable charge, and with a little bodily labour, might write books in philosophy, poetry, politics, laws, mathematics, and theology, without the least assistance from genius or study."

Pierwszy profesor, którego ujrzałem, znajdował się w wielkim pokoju, otoczony przez czterdziestu uczniów. Po przywitaniu się, gdy spostrzegł, że bardzo uważnie oglądam wielką maszynę zabierającą większą część pokoju, zapytał, czy nie budzi we mnie zdziwienia, że trudni się udoskonaleniem wiadomości spekulacyjnych za pomocą operacji mechanicznych. Pochlebia sobie, że świat uzna ważność jego wynalazku i że wznioślejsza myśl nigdy w głowie człowieka nie powstała. Wiadomo, jak trudno przychodzi każdemu człowiekowi nauczyć się kunsztów i umiejętności, lecz dzięki jego wynalazkowi człowiek najbardziej nawet niewykształcony potrafi niewielkim kosztem i po lekkim ćwiczeniu ciała pisać książki filozoficzne, poetyczne, rozprawy o polityce, teologii i matematyce bez najmniejszej pomocy naturalnych zdolności lub nauk.

Frege krytycznie kontynuuje program Leibniza, o czym pisze we wstępie do wydanego w (1879) „Begriffsschrift” (1964a, s. XI–XI):

Auch Leibniz hat die Vortheile einer angemessenem Bezeichnungswiese erkannt, vielleicht überschätzt. Sein Gedanke einer allgemeinen Charakteristik, eines *calculus philosophicus* oder *ratiocinator* war zu riesenhaft, als dass Versuch ihn zu verwirklichen über die blossen Vorbereitungen hätte hinausgelangen können. Die Begeisterung, welche seinen Urheber bei der Erwägung ergrift, welche unermessliche Vermehrung der geistigen Kraft der Menschheit aus einer die Sachen selbst treffenden Bezeichnungswiese entspringen würde, liess ihn die Schwierigkeiten zu gering schätzen, die einem solchen Unternehmen entgegenstehen. Wenn

aber auch dies hohe Ziel mit Einem Anlaufe nicht erreicht werden kann, so braucht man doch an einer langsamen, schrittweisen Annäherung nicht zu verzweifeln. Wenn eine Aufgabe in ihrer vollen Allgemeinheit unlösbar scheint, so beschränke man sie verläufig; dann wird vielleicht durch allmähliche Erweiterung ihre Bewältigung gelingen. Man kann in den arithmetischen, geometrischen, chemischen Zeichen Verwirklichungen des Leibnizischen Gedankens für einzelnen Gebiete sehen. Die hier vorgeschlagene Begriffsschrift fügt diesen ein neues hinzu und zwar das in der Mitte gelegene, welches allen anderen benachbart ist. Von hier aus lässt sich daher mit der grössten Aussicht auf Erfolg eine Ausfüllung der Lücken der bestehenden Formelsprache, eine Verbindung ihrer einzigen und eine Ausdehnung auf Gebiete ins Werk setzen, die bisher einer solchen ermangelten.

Także Leibniz rozpoznał zalety odpowiedniego sposobu oznaczania, być może je przeszacował. Jego pomysł powszechnej charakterystyki, *calculus philosophicus* lub *ratiocinator* był zbyt tytaniczny, tak żeby próba jego urzeczywistnienia mogłaby być osiągnięta przez jedynie przygotowania. Zapał, który ogarnął jego inicjatora przy rozważaniu, jak niewyobrażalnie wielokrotni duchową siłę ludzkości, która wypływałaby w samej rzeczy z właściwego sposobu oznaczenia, sprawił jego zbyt małe oszacowanie trudności, które takie przedsięwzięcie napotkają. Kiedy gdy wzniosły cel za jednym razem nie może być osiągnięty, to nie należy przecież zwątpić w zbliżanie się powoli kroczkami. Kiedy zadanie w pełnej ogólności zdaje się nierozwiązywalne, to ogranicza się je przejściowo; następnie być może przez stopniowe poszerzanie uzyska się jego rozwiązanie. Znaki arytmetyczne, geometryczne, chemiczne można postrzegać jako urzeczywistnienie pomysłu Leibniza dla tych poszczególnych dziedzin. Tu proponowane pismo pojęciowe uzupełnia je o nowe i wprowadza znajduje się pośrodku, co wszystkim innym jest bliskie. Stąd zdaje się z tego powodu mieć największy widok na sukces wypełnienia tej luki w istniejącym języku formuł, przez wypracowanie połączenia poszczególnych i poszerzenie na dziedziny, którym tego brakowało.

Nie ziściły się pomysły zastosowania w naukach języka zaprojektowanego przez Fregego. Do idei *lingua universalis* zbliżają nas języki programowania. John McCarthy, jeden z inicjatorów współczesnych badań nad AI, stworzył język programowania LISP³⁹. Dzisiaj Lisp jest rodziną takich języków.

Leibniz nie tylko interesował się kabałą, lecz koncepcje kabały, przede wszystkim luriańskiej, miały wpływ na jego poglądy i działania głównie za sprawą Franciscusa Mercuriusa van Helmonta (1614–1698/1699?), który był częstym gościem w Hanowerze i z którym Leibniz spędził wiele czasu⁴⁰. Z kabałą zetknął się już jako student. W XVII w., w czasach Oświecenia, platonizm, kabalizm i gnostycyzm były popularne, szczególnie w protestanckich Niemczech. W przypadku ekumenicznie nastawionych chrześcijan, jak van Helmont, kabała miała istotny wpływ na ich optymistyczną niedogmatyczną filozofię (Coudert, 1999). Leibniz pod koniec życia akceptował radykalną kabalistyczną ideę tikkun z czym wiązała się wiara, że wszystkie rzeczy ostatecznie poprzez powtarzalne transformacje osiągną stan doskonałości.

Wierzył w postęp. Angażował się w działania na rzecz poprawy kondycji ludzkiej poprzez działania ekumeniczne, szerzenie postawy tolerancji, rozwój edukacji i nauki. Leibniz stosunek do wiedzy wyrażał formułą *theoria cum praxis*, która jest mottem powstałego z jego inicjatywy Kurfürstlich Brandenburgischen Sozietät der Wissenschaften (obecnie: Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften⁴¹. Leibniz-Sozietät der Wissenschaften⁴² korzysta z motta: *theoria cum praxis et bonum commune*. Twierdził, że jeśli rozważamy dyscypliny w i dla siebie, to wszystkie są teoretyczne; jeśli rozważamy je z punktu widzenia zastosowania, wszystkie są praktyczne.

Ulepszeniu życia miały służyć też społecznie użyteczne pomysły. Żywo interesował się różnego rodzaju wynalazkami, np. korespondował z Papi-nem, który budował maszynę parową — co później komentuje Frege (1964b). Znana jest Leibniza (1929) konstrukcja maszyny liczącej. Pomysł miał od 1672 r. Pierwsza konstrukcje, jak wskazują dokumenty miały miejsce między 1674 r. a 1685 r. Tak zwana starsza maszyna była wykonana w latach 1686–1694. Młodsza maszyna, która się zachowała, była zbudowana w latach 1690–1720. Na strychu w Getyndze w 1879 r. odnaleziono się oryginał przyrządu. Jeden spośród skonstruowanych przez siebie egzemplarzy przekazał Leibniz Piotrowi Wielkiemu, aby ten dał go cesarzowi Chin. Leibniz projektował dużej prędkości powóz, który przemieszczałby się wzdłuż drogi jak łożysko kulkowe, projektował odwadnianie w kopalniach Hartzu, system nawigacji, utylizację marnotrawionego w piecach ciepła, reformę podatków, usługi w zakresie zdrowia publicznego, w tym działań w przypadku epidemii, ochrony

przeciwpożarowej, fontann na parę, oświetlenia ulicznego, banku państwowego. Nawet interesowały go sprawy przyziemne takie jak taczki, garnki do gotowania. Projektował buty ze sprężynami, by możliwe było szybsze chodzenie. Pomysły te i projekty były rozważane w towarzystwie van Helmonta.

Leibniza można uznać za ostatniego z tych, dla których idee Lullusa były bezpośrednią inspiracją ich koncepcji filozoficznych i które okazały się mieć trwałe miejsce w historii nauki i filozofii.

5 Zapomniani

Mimo — jak można zakładać — znajomości projektów Kirchera nie podejmuje Leibniz prac nad „myślącymi maszynami” tak, jak pojmowali je lullyści. Owszem skonstruował maszynę liczącą z nowymi w stosunku do pascaliny rozwiązaniami technicznymi. Zaprojektował komputer binarny. Mimo wielu innych pomysłów brakuje urządzenia, które realizowałoby idee lullusowe jak to było w przypadku Kirchera. Czyżby uznał, że funkcje „myślącej” maszyny przejmie maszyna licząca, do czego miał podstawy teoretyczne? I że tylko taka maszyna będzie zdalna do realizacji celów, jakim mogłaby służyć *ars combinatoria*?

Leibniz zdaje się mieć jedynie projekty o celach pragmatycznych, jak to było z pascaliną, którą Pascal skonstruował, aby ułatwić pracę ojcu, poborcy podatkowemu, tak Leibniz działa, aby uzyskać poprawę kondycji ludzkiej. Nawet słynne „Calculemus!” może być zinterpretowane, jako narzędzie osiągnięcia zgody społecznej, co było jednym z celów, jakie stawiał sobie Leibniz. Zafascynowany systemem binarnym poinformował o nim Grimaldi, jezuickiego matematyka na dworze cesarza Chin w nadziei, że za jej pomocą doprowadzi do nawrócenia cesarza a wraz z nim chrystianizacji całych Chin (Leibniz, 1697):

Daher, weilen ich anitzo nach China schreibe an den Pater Grimaldi, Jesuiter=Ordens, Präsidenten des mathematischen Tribunals daselbst, mit dem ich zu Rom bekannt worden, und der mir auf seiner Rückreise nach China, von Goa aus, geschrieben; so habe gut gefunden, ihm diese Vorstellung der Zahlen mitzutheilen, in der Hoffnung, weilen er mir selbst erzählet, daß der Monarch dieses mächtigen Reichs ein sehr großer Liebhaber der Rechenkunst sey, und auch die europäische Weise zu rechnen, von dem Pater Verbiest, des Grimaldi Vorfahr, gelernet; es möchte

vielleicht dieses Vorbild des Geheimnisses der Schöpfung dienen, ihm des christlichen Glaubens Vortrefflichkeit mehr und mehr vor Augen zu legen.

Przeto, ponieważ pisuję do Chin do ojca Grimaldi, zakon jezuitki, przewodniczącego kolegium matematycznego tego samego, z którym poznałem się w Rzymie, i który napisał do mnie w drodze powrotnej do Chin, z Goa; więc uznałem za właściwe powiadomić go o tym przedstawieniu liczb, w nadziei, ponieważ on sam opowiadał, że monarcha tego potężnego cesarstwa jest bardzo wielkim miłośnikiem sztuki rachowania, a także od ojca Verbiest, poprzednika Grimaldi, nauczył się europejskiego sposobu rachowania; że być może to przedstawienie tajemnicy stworzenia mogłoby służyć do tego, aby jemu coraz bardziej wspaniałość wiary chrześcijańskiej naocznie przedkładać.

W czasach Leibniza najpełniej idee AI realizował Athanasius Kircher. Teza ta w żadnej mierze nie pomniejsza naukowych i filozoficznych osiągnięć Leibniza. Należy on do tych myślicieli, którym zdarza się przypisywać więcej. Przykładem może być sprawa wkładu Leibniza do rozwoju współczesnej logiki. Zdaniem Peckhausa (2018), (2005, s. 12): Rozwój współczesnej logiki w Wielkiej Brytanii i Niemczech w drugiej połowie XIX wieku może być objaśniany tylko jako wpierw nieświadome, a dopiero później świadome nawiązanie do programu Leibniza. Stąd oceny znaczenia logiki Leibniza dla rozwoju współczesnej logiki muszą być dalece zrelatywizowane. W innej wcześniejszej pracy Peckhaus (1999, s. 436) pisał:

The development of the new logic started in 1847, completely independent of earlier anticipations, e.g., by the German rationalist Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) and his followers (Peckhaus, 1994), (Peckhaus, 1997, ch. 5).

Można postawić pytanie, dlaczego dorobek Kirchera uległ zapomnieniu. Podobne pytanie można postawić też w przypadku Leibniza, który już za życia został zapomniany, a czego symbolem jest udział w jego pogrzebie tylko osobistego sekretarza. Mimo, że był członkiem Royal Society i Königlische-Preußische Akademie der Wissenschaften żadna z tych instytucji w żaden sposób nie uhonorowała go w związku ze śmiercią, a grób przez ponad 50 lat pozostawał zapomniany.

Athanasius Kircher pogrzeb miał katolicki, a więc uroczysty. Jego serce złożone zostało w kościele w Santuario della Mentorella. W 1661 Kircher

odnalazł ruiny tego kościoła, który — jego zdaniem — pochodził z czasów Konstantyna. Kircher własnym sumptem doprowadził do odbudowy.

Co spowodowało trwające trzy stulecia zapomnienie osoby i dorobku Kirchera? Jak to się stało, że „a giant among seventeenth-century scholars” oraz „one of the last thinkers who could rightfully claim all knowledge as his domain” (Cutler, 2003, s. 68) popadł w zapomnienie na trzy stulecia?

Kartezjusz ogłosił Kirchera za bardziej szarlatana aniżeli mędrca. Jako kogoś z aberracyjną wyobraźnią. Pretekstem do takich opinii był Kirchera opis eksperymentu z heliotropizmem roślin, który — jak się okazuje — nie został przez Kartezjusza zrozumiany. Kircher wskazywał na magnetyczny związek między Słońcem a roślinami, eksperymentując ze słonecznikiem dryfującym w wodzie na korku. Kiedy kwiat kręcił się za słońcem, wskazówka wskazywała czas. Kircher jak powód niedokładności wskazywał blokowanie przyciągającej siły światła przez szkło, które chroniło przed niedokładnością, jaką mógłby spowodować wiatr. Descartes zinterpretował opis Kirchera jako odnoszący się do wcześniejszych spekulacji przypisujących heliotropiczne właściwości ziarnom słonecznika pływającym w filizance ze skalą. Chociaż Kircher opisywał eksperymenty z innymi heliotropicznymi roślinami, Descartes pozostał przy swoim i przypuścił niepohamowany atak na Kirchera. Autorytet Kartezjusza w tworzącej się nauce według racjonalistycznego paradygmatu był tak wielki, że trwale ucierpiała reputacja Kirchera. Nawet Nicolas-Claude Fabri de Peiresc (1580–1637), wieloletni zwolennik Kirchera, stał się podejrzliwy. Mimo krytyki Kircher podtrzymywał swoją wersję zegara słonecznikowego, okazjonalnie modyfikując i demonstrując właściwe jego funkcjonowanie⁴³. W „*Magnes, sive de arte Magnetica*” (1641) zauważał, że ten rodzaj zegara działa zaledwie miesiąc, nawet, gdy jest pielęgnowany z największą troską — nic nie jest doskonałe w każdym aspekcie.

W „*Mundus subterraneus*” (1678) Kircher pisze o przeróżnych stworach, które żyją pod ziemią, w tym smokach, w które sam wierzył chyba jako ostatni uczony. Racjoniści są mniej spontaniczni, ale przecież Kircher był też na dobrej drodze, aby za przyczynę chorób uznać drobnoustroje, odkryć zasady wulkanizmu a nawet sformułować jakąś prototeorię ewolucji.

Huygens w liście do Descartes’a (1897–1910, t. III, s. 802) z 7 stycznia 1643 czyni marginalną a lekceważącą wzmiankę o magnesie Kirchera⁴⁴. W odpowiedzi Kartezjusza czytamy (1897–1910, t. III, s. 803–804):

Je sais bien que vous n’avez point affaire de ces gros livres, mais affin que vous ne me blasmez pas d’employer trop de temps à

les lire, je ne les ai pas voulu garder d'avantage. J'ai eu assez de patience pour les feuilleter, et je croy avoir vû tout ce qu'ils contiennent, bien que je n'en aie gueres leu que les titres et les marges. Le Jesuite a quantité de forfanteries, il est plus charletan que sçavant. Il parle entre autres choses d'une matière, qu'il dit avoir eu d'un marchand Arabe, qui tourne nuit et jour vers le soleil. Si cela etait vrai la chose serait curieuse, mais il n'explique point quelle est cete matière. Le pere Mersenne m'a escrit autrefois, il y a environ 8 ans, que c'était de la graine d'heliotropium, ce que ie ne crois pas, si ce n'est que cete graine ait plus de force en Arabie qu'en ce païs, car ie fus assez de loisir pour en faire l'experience, mais elle ne reussit point. Pour la variation de l'aimant, i'ai toujours cru qu'elle ne procedait que des inegalitez de la terre, en sorte que l'aiguille se tourne vers le coté où il y a le plus de la matiere qui est propre à l'attirer: et parce que cete matière peut changer de lieu dans le fonds de la mer ou dans les concavites de la terre sans que les hommes le puissent savoir, il m'a semblé que ce changement de variation qui a été observé à Londres, et aussi en quelques autres endroits, ainsi que raporte votre Kircherus, etait seulement une question de fait, et que la philosophie n'y avait pas grand droit.

Wiem, że nie masz nic wspólnego z tymi księgami, ale ponieważ nie obwiniasz mnie, że spędzam zbyt dużo czasu na ich czytaniu, więc nie chciałem ich już dłużej zatrzymywać. Miałem dość cierpliwości, by je przejrzeć, i myślę, że widziałem wszystko, co zawierają, chociaż zwróciłem uwagę tylko na ich tytuły i wskazania na marginesach. Ten jezuita ma w sobie wiele z dziecka i bardziej jest szarlatanem niż uczonym. Mówi między innymi o kwestii, którą, jak twierdzi, otrzymał był od arabskiego kupca, który obraca dzień i noc w stronę słońca. Gdyby tak było, sprawa byłaby ciekawa, jednak w ogóle nie wyjaśnia on, o co tu chodzi. Ojciec Mersenne napisał mi w przeszłości, około 8 lat temu, że są to nasiona heliotropu, w co nie wierzę, poza tym, że to ziarno ma większą siłę w Arabii niż w tym kraju, jako że miałem wystarczająco dużo czasu, aby przeprowadzać doświadczenia, ale mi się nie udało. Jeśli chodzi o wychylanie się magnesu, zawsze uważałem,

że pochodzi to tylko od nierówności ziemi, tak że igła obraca się w stronę, w której znajduje się najwięcej materii, która jest odpowiednia, by ją przyciągnąć; a ponieważ ta materia może zmienić miejsce na dnie morza lub we wklęsłościach ziemi, czego ludzie nie mogą wiedzieć, wydawało mi się, że ta zmiana wychylania się zaobserwowana w Londynie, a także w kilku innych miejscach, jak donosi Kircherus, była jedynie kwestią stanu faktycznego, a ta cała filozofia niewiele miała tu na rzeczy.

Kircher poznał opinię Kartezjusza. A. Baillet, biograf Descartesa (1897–1910, tom IV, s. 413) pisze:

Le Père Kircher ne fut pas long-temps sans changer de sentiment à l'égard de M. Descartes, dont il rechercha l'amitié par la médiation du P. Mersenne; et M. Descartes, outre des compliments et des recommandations de lui, reçût encore ce qu'il avait écrit de la nature et des effets de l'aiman, et y fit quelques observations qui se sont trouvées après sa mort parmi ses papiers.

O. Kircher niedługo zmienił swoje uczucia do p. Descartes'a i za pośrednictwem o. Mersenne'a szukał z nim przyjaźni; ale p. Descartes, oprócz komplementów i dawanych mu rad, wciąż podtrzymywał to, co napisał o naturze i działaniu magnesu, jak też dokonał pewnych obserwacji, które zostały znalezione po jego śmierci wśród jego dokumentów.

Jeszcze jedna negatywna ocena znajduje się w liście do Colviusa (Descartes, 1897–1910, t. IV, s. 718):

Il y a longtemps que j'ai parcouru Kirkerus; mais je n'y ai rien trouvé de solide. Il n'a que de forfanteries à l'italienne, quoi qu'il soit Allemand de nation.

Minęło dużo czasu, odkąd przeczytałem pobieżnie Kirkerusa; ale nie znalazłem tam niczego solidnego. Nie ma tam niczego oprócz dziecinnych sztuczek włoskich, mimo że jest on Niemcem.

Może nie jedynie opinia Kartezjusza, ale też duch epoki. Również Descartes, zresztą wychowanek jezuitów, zrównywał jezuicki intelektualizm z inkwizycją, która uwięziła Galileusza i skazała Giordano Bruno (Kasik, 2015, s. 95–96).

Dlaczego po czterech stuleciach od narodzin Kirchera nastąpiło zainteresowanie jego osobą i twórczością. Czy z powodu eklektyzmu i pewnego podobieństwa do postmodernistycznego sposobu myślenia? Glassie (2012, s. 272) jako powód wskazuje:

his effort to know everything and to share everything he knew, for asking a thousand questions about the world around him, and for getting so many others to ask questions about his answers; for stimulating, as well as confounding and inadvertently amusing, so many minds; for having been a source of so many ideas—right, wrong, half-right, half-baked, ridiculous, beautiful, and all encompassing.

jego dążenie do wiedzy o wszystkim i podzieleniem się z każdym tym, co wie, za stawianie tysięcy pytań o otaczający go świat i tak wielu innych, którzy pytali o jego odpowiedzi; za stymulowanie, jak również wprowadzenie w zakłopotanie i nieumyślne rozbawianie tak wielu umysłów; za bycie źródłem tak wielu idei — właściwych i niewłaściwych, półprawdziwych, nieprzemyślanych do końca, niepoważnych, pięknych i wszystko obejmujących.

6 Zakończenie

Na osobie i osiągnięciach Gottfrieda Leibniza kończy się czas kształtowania idei sztucznej inteligencji a zaczyna się historia sztucznej inteligencji. Od Leibniza prowadzi droga do Turinga nie tylko jeśli chodzi o uniwersalny komputer (Davis, 2000), lecz także jeśli chodzi o sztuczną inteligencję. Leibniz wierzył w jej realizację. Pisał (1989a, s. 664):

I should venture to add that if I had been less distracted, or if I were younger or had talented young men to help me, I should still hope to create a kind of *universal symbolistic* [spécieuse générale] in which all truths of reason would be reduced to a kind of calculus.

zaryzykowałbym dodać, że gdybym był mniej rozproszony lub gdybym był młodszy lub miał kogoś młodego utalentowanego do pomocy, to mógłbym mieć nadzieję, że stworzę jakiś rodzaj *uni-*

versal symbolic [spécieuse générale], w której wszystkie prawdy rozumu byłyby zredukowane do rachunku.

Rozwój i zastosowania AI zmieniają nasze życie tak, jak tego chciał Leibniz, gdy pisał, że będzie to (*characteristica universalis*) ostatnim wysiłkiem ludzkiego ducha, bowiem gdy projekt zostanie zrealizowany będzie miał człowiek narzędzie powiększające możliwości rozumu tak, jak teleskop, który uzdalnia widzenie i mikroskop, który umożliwił ujrzanie wnętrza przyrody. Dzięki niemu (Leibniz, 2006, Leibniz an Heinrich Oldenburg (1673–1676), s. 373–381):

[...] inter loquendum ipsa phrasium vi lingua mentem praecurrente praeclaras sententias effutient imprudentes, et suam ipsi scientiam mirantes, cum ineptiae sese ipsae prodent nudo vultu, et ab ignarissimo quoque deprehenduntur.

[...] w trakcie mówienia, samą mocą sformułowań, gdy język będzie prowadził umysł, nawet głupcy będą wygłaszać wielce inteligentne zdania, dziwując się sami swojej wiedzy, bez trudu pokonując swą umysłową niemoc, a będzie owe wypowiedzi rozumiał nawet ktoś najgłupszy.⁴⁵

Przychodzi nam teraz dokonać osądu, do którego wzywał Leibniz, gdy pisał (2006, Leibniz an Heinrich Oldenburg (1673–1676), s. 373–381):

Quantam nunc fore putas felicitatem nostram si centum ab hinc annis talis lingua coepisset.

A to znaczy:

Osądź, jak wielkie będzie nasze szczęście, jeśli za sto lat od tej chwili język taki powstanie.⁴⁶

Dla swojej *machina arithmetica* Leibniz zaprojektował medal z napisem (Leibniz, 1843, s. 307–308)⁴⁷:

SUPRA HOMINEM

— temu, co przewyższa człowieka.

Jak uważa Whitehead (1911, s. 61):

Civilization advances by extending the number of important operations which can be performed without thinking about them. Operations of thought are like cavalry charges in a battle — they are

strictly limited in number, they require fresh horses, and must only be made at decisive moments.

Cywilizacja wzrasta przez powiększanie ilości znaczących operacji, których wykonanie nie wymaga myślenia o nich. Operacje myślowe są jak szarże kawalerii w bitwie — są ściśle ograniczone co do ilości, wymagają rzeźkich koni i muszą być wykonane w decydujących momentach.

Tak rozumiana cywilizacja realizuje się poprzez sztuczną inteligencję, która staje się „szarżą kawaleryjską” współczesnej cywilizacji. Jednak sztuczna inteligencja im bardziej staje się realna, tym więcej budzi obaw niż nadziei (Boström, 2014; Kurzweil, 2005).

Przypisy

¹Cyt. za (Watkins, 1974).

²Pierwotna wersja tekstu została opublikowana jako (Trzęsicki, 2020).

³James Vincent, Report: OpenAI’s new multitasking AI writes, translates, and slanders. A step forward in AI text-generation that also spells trouble <https://www.theverge.com/2019/2/14/18224704/ai-machine-learning-language-models-read-write-openai-gpt2>. GPT-2 nie jest jednak udostępniane publicznie z powodu możliwych nadużyć. Przykładem tekstu napisanego przez GPT-2 może być <https://lionbridge.ai/articles/this-entire-article-was-written-by-an-ai-open-ai-gpt2/> [02.02.2020]

⁴<https://www.dartmouth.edu/~ai50/homepage.html>

⁵<http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html> [02.02.2020]

⁶<http://www.ub.edu/llulldb/index.asp?lang=ca> [02.02.2020]

⁷self.gutenberg.org/articles/Blanquerna [25.01.2020]

⁸<https://www.csic.es/es/el-csic>, [http://self.gutenberg.org/articles/eng/Ars Magna_\(Ramon_Llull\)](http://self.gutenberg.org/articles/eng/Ars_Magna_(Ramon_Llull)) [24.01.2020]

⁹<http://www.theol.uni-freiburg.de/disciplinae/dqtm/forschung/raimundus-llullus> [02.02.2020]

¹⁰Zob. Modern Fiction (self.gutenberg.org/article/WHEBN0000069677/Ramon%20Llull [25.01.2020]).

¹¹<http://www.c3.hu/scca/butterfly/Kunzel/synopsis.html>, <http://catalog.c3.hu/index.php?page=work&id=328&lang=EN> [18.02.2020]

¹²blogs.getty.edu/iris/decoding-the-medieval-volvell/ [25.01.2020]

¹³The Creation, or language, is an adequate subject of the science of Kabbalah ... That is why it is becoming clear that its wisdom governs the rest of the sciences.

Sciences such as theology, philosophy and mathematics receive their principles and roots from her. And therefore these sciences (scientiae) are subordinate to that wisdom (sapientia); and their [= the sciences] principles and rules are subordinate to her [= the Kabbalah] principles and rules; and therefore their [= the sciences] mode of argumentation

is insufficient without her [= the Kabbalah] — www.kabbalah.info/eng/content/view/frame/80159?eng/content/view/full/80159&main [25.01.2020].

¹⁴<https://slate.com/culture/2015/11/the-art-of-memory-by-frances-yates-the-historian-who-recovered-the-story-of-simonides-memory-palace.html> [15.08.2020]

¹⁵<https://history-computer.com/Dreamers/Fontana.html>

¹⁶<https://daten.digital-e-sammlungen.de/~db/0001/bsb00013084/images/index.html?id=00013084&fip=67.164.64.97&no=4&seite=21> [16.01.2020]

¹⁷Pełne zdanie jest następujące (Hobbes, 1651, Names Proper & Common Universall): For words are wise mens counters, they do but reckon by them: but they are the mony of foolles, that value them by the authority of an Aristotle, a Cicero, or a Thomas, or any other Doctor whatsoever, if but a man.

¹⁸Dodajmy, że w tym samym okresie działa Juan Caramuel y Lobkowitz, o którym mówi się też jako o ostatnim scholastycznym polihistorze (Dvořák & Schmutz, 2008).

¹⁹<https://archive.org/search.php?query=creator%3A%22Kircher%2C%20Athanasius%2C%201602-1680%22>, [02.02.2020]

²⁰<https://www.encyclopedia.com/people/science-and-technology/mathematics-biographies/athanasius-kircher>

²¹<http://emlo-portal.bodleian.ox.ac.uk/collections/?catalogue=athanasius-kircher>, <https://archimede.imss.fi.it/kircher/index.html>, [https://gate.unigre.it/mediawiki/index.php/Gregorian_Archives_Texts_Editing_\(GATE\),_AthanasiusKircheratStanford](https://gate.unigre.it/mediawiki/index.php/Gregorian_Archives_Texts_Editing_(GATE),_AthanasiusKircheratStanford) [26.01.2020].

²²<http://mjt.org/>

²³AthanasiusKircheratStanford [28.01.2020]

²⁴emlo-portal.bodleian.ox.ac.uk/collections/?catalogue=athanasius-kircher, <https://archimede.imss.fi.it/kircher/index.html> [25.01.2020]

²⁵myjewishlearning.com/article/gematria/ [25.01.2020]

²⁶<https://archimede.imss.fi.it/kircher/emuseum.html> [25.01.2020]. Zbiór etnograficzny Kirchera znajduje się w Rzymie w Pigorini, w narodowym muzeum prehistorii i etnografii.

²⁷<https://www.museogalileo.it/en> [02.02.2020]

²⁸<https://archimede.imss.fi.it/kircher/emathem.html> [02.02.2020]

²⁹<http://www.rarebookroom.org/pdfDescriptions/schioc.pdf> [02.02.2020]

³⁰Jest to fragment zdania rozważanego przez Kirchera:

Petrus noster amicus, venit ad nos qui portavit tuas litteras ex quibus intellexi tuum animum atque faciam iuxta tuam voluntatem.

³¹emlo-portal.bodleian.ox.ac.uk/collections/?catalogue=athanasius-kircher

³²Model maszyny binarnej inspirowanej tekstem Leibniza został zbudowany w latach 2003–2004 przez E. Stein i G. Weber, Das Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik <https://www.ibnm.uni-hannover.de/8.html>, Leibniz Universität Hannover <https://www.uni-hannover.de>.

³³<http://www.bibnum.education.fr/sites/default/files/69-analysis-leibniz.pdf> [20/01.2020].

³⁴<http://mortati.com/glusker/fowler/fowlerbio.htm>.

³⁵https://www.hs-augsburg.de/~harsch/germanica/Chronologie/17Jh/Leibniz/leibniz_bina.html [20.03.2020]

³⁶Więcej na temat tego zapisu na marginesie rozprawki *Dialogus* (Leibniz, 1890a) zob. (Kopania, 2018).

³⁷Podobne stwierdzenia znajdują się w innych tekstach cytowanego tomu, np. na stronach: 26, 64–65, 125

³⁸Konrad Zuse interviewed by Uta Merzbach in 1968 (Computer Oral History Collection, Archives Centre, National Museum of American History, Washington D.C.).

³⁹Nazwa utworzona z „LIST Processor”.

⁴⁰Sprawą dyskusyjną jest zakres tego oddziaływania (Coudert, 1995).

⁴¹<http://www.bbaw.de/die-akademie/akademiegeschichte> [02.02.2020]

⁴²<http://www.leibnizsozietat.de/> [02.02.2020]

⁴³<http://www.mjt.org/exhibits/sunflower.htm>

⁴⁴Za wskazanie oryginalnych tekstów Kartezjusza i ich przetłumaczenie a także dodatkowe dane dziękuję Jerzemu Kopani.

⁴⁵Tłumaczenie: W. Marciszewski.

⁴⁶Tłumaczenie: W. Marciszewski.

⁴⁷Pełna notatka jest następująca: Excogitata in curru inter Hanoveram et Peinam 14. October. 1895.

G. G. L.

R. Machina arithmetica cum verbis SUPRA HOMINEM.

[Nam hominem maximorum calculorum et promptitudine et securitate vincit.]

Miramur ratio est divina quod indita rebus:

S u p r a h o m i n e m humana est machina facta manu.

Quanta Deum fecisse putas hominem super? Ecce S u p r a h o m i n e m humana est machina facta manu.

Bibliografia

- Ares, J., Lara, J. A., Lizcano, D., & Martínez, M. A. (2018). Who discovered the binary system and arithmetic? Did Leibniz plagiarize Caramuel? *Science and Engineering Ethics*, 24, 173–188. doi: 10.1007/s11948-017-9890-6
- Berka, K., & Kreiser, L. (Eds.). (1971). *Logik-Texte. Kommentierte Auswahl zur Geschichte der modernen Logik*. Berlin: Akademie-Verlag. (Zweite durchgesehene Auflage (1973))
- Berka, K., & Kreiser, L. (Eds.). (1973). *Logik-Texte: kommentierte Auswahl zur Geschichte der modernen Logik* (2nd ed.). Berlin: Akademie Verlag.
- Blanke, D. (2018). *International planned languages: Essays on interlinguistics and esperantology* (S. Fiedler & H. Tonkin, Eds.). New York: Mondial.
- Block, C. (1925). *The Golem: Legends of the ghetto of Prague*. New York: Rudolf Steiner Press.
- Bonner, A. (2007). *The art and logic of Ramon Llull: A user's guide* (Vol. XCV). Leiden, Boston: Brill Academic Pub. http://uberty.org/wp-content/uploads/2015/12/Anthony_Bonner_The_art_and_logic_of_Ramon_Llull.pdf. (Begründet von Josef Koch. Weitergeführt von Paul Wilpert, Albert Zimmermann und Jan A. Aertsen. Herausgegeben von Andreas Speer in Zusammenarbeit mit Tzotcho Boiadjev, Kent Emery, Jr. und Wouter Goris)
- Boole, G. (1847). *The mathematical analysis of logic: Being an essay towards a calculus of deduction reasoning*. Cambridge/George Bell, London: Macmillan, Barclay and Macmillan. <http://www.gutenberg.org/ebooks/36884>.
- Boström, N. (2014). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford: Oxford University Press.
- Bruno, G. (1587). *De lampade combinatoria lulliana: Ad infinitas propositiones et media invenienda*. Witebergae: Welack, Matthäus. (Iordanus Brunus Nolanus)
- Burks, A. W., Goldstine, H. H., & von Neuman, J. (1987). Preliminary discussion on the logical design of an electronic computing instrument. In W. Aspray & A. Burks (Eds.), *Papers of John von Neumann on computing and computer theory* (Vol. 12, pp. 97–142). MIT Press. <https://archive.org/details/papersofjohnvonn00vonn>. (The In-

- stitute for Advanced Study, 2 September 1947)
- Campbell, M. B. (2010). Artificial men: Alchemy, transubstantiation, and the homunculus. *Republics of Letters: A Journal for the Study of Knowledge, Politics, and the Arts*, 1(2), 4–15. https://arcade.stanford.edu/sites/default/files/article_pdfs/roflv01i02_02campbell_comp3_083010_JM_0.pdf.
- Cantor, M. (1865). Über einen Codex des Klosters Salem. *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, 10, 1–16. <https://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/12869/>.
- Caramuelis, I. (1645). *Theologia moralis ad prima atque clarissima principia reducta*. Leuven: typis ac sumptibus Petri Zangrii. <http://www.cervantesvirtual.com/obra/theologia-moralis-ad-prima-eaque-clarissima-principia-reducta>.
- Caramuelis, I. (1670). *Mathesis biceps vetus et nova*. Officinâ Episcopali. https://books.google.pl/books?id=KRtetV1MJnC&printsec=frontcover&source=gbs_book_other_versions_r&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- Chaitin, G. J. (2004). *Leibniz, randomness & the halting probability*. <http://www.cs.auckland.ac.nz/CDMTCS/chaitin/turing.html>.
- Copeland, J., Bowen, J., Sprevak and, M., & Wilson, R. (2016). Is the whole universe a computer? In J. Jack Copeland, J. Bowen, M. Sprevak, & R. Wilson (Eds.), *The Turing guide: Life, work, legacy* (pp. 445–462). Oxford: Oxford University Press.
- Copleston, F. C. (1994). *The history of philosophy* (Vol. 4. From Descartes to Leibniz). New York, London, Toronto, Sydney, Auckland: Image Books. Doubleday. <https://b-ok.org/book/950331/116a33>.
- Coudert, A. P. (1995). *Leibniz and the kabbalah*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Coudert, A. P. (1999). *The impact of the kabbalah in the seventeenth century: The life and thought of Francis Mercury van Helmont (1614–1698)*. Leiden: BRILL.
- Cutler, A. (2003). *The seashell on the mountaintop: A story of science sainthood, and the humble genius who discovered a new history of the earth*. New York: Dutton.
- Dalgarno, G. (1661a). *Ars signorum, vulgo character universalis et lingua philosophica*. London: J. Hayes.
- Dalgarno, G. (1661b). *Ars signorum, vulgo character universalis et lingua philosophica*. Menston: Scholar Press. (facsimile reprint)

- Davis, M. (2000). *The universal computer: The road from Leibniz to Turing*. New York: W. W. Norton & Company.
- Davis, M. (2001). *Engines of logic: Mathematicians and the origin of the computer*. New York: W. W. Norton & Company.
- De Morgan, A. (1847). *Formal logic: or, The calculus of inference, necessary and probable*. London: Taylor and Walton. <https://archive.org/details/formallogicorthe00demouoft/page/n6/mode/2up>.
- Descartes, R. (1897–1910). *Oeuvres de Descartes* (Vols. 1–12 + supplement: 1913; C. A. et Paul Tannery, Ed.). Paris: Léopold Cerf. <https://archive.org/details/uvresdedescartes01desc/mode/2up>.
- Descartes, R. (1918). *Rozprawa o metodzie dobrego powodowania swoim rozumem i szukania prawdy w naukach*. Warszawa: Gebethner i Wolff. <https://wolnelektury.pl/katalog/lektura/rozprawa-o-metodzie/>. (tłum. Tadeusz Boy-Żeleński)
- Dreyfus, H. L. (1972). *What computers can't do: A critique of artificial reason*. New York: Harper & Row. <https://archive.org/details/whatcomputerscan017504mbp>.
- Dvořák, P., & Schmutz, J. (Eds.). (2008). *Juan Caramuel Lobkowitz: The last scholastic polymath*. Prague: Filosofia, Institute of Philosophy, Academy of Sciences of the Czech Republic.
- Eco, U. (2002). *W poszukiwaniu języka uniwersalnego*. Warszawa: Volumen. (Przedmowa Jacques Le Goff; Przekł. Wojciech Soliński)
- Evert, W. (1974). *Frankenstein: Four talks delivered on WQED-FM*. Pittsburgh, Penn.
- Fidora, A., Sierra, C., Barberà, S., Beuchot, M., Bonet, E., Bonner, A., ... Wyllie, G. (2011). *Ramon Llull: From the Ars Magna to artificial intelligence*. Barcelona: Spanish Council for Scientific Research.
- Findlen, P. (1995). Scientific spectacle in baroque Rome: Athanasius Kircher and the Roman College Museum. *Roma Moderna e Contemporanea*, 3(3), 625–665.
- Findlen, P. (1996). *Possessing nature. Museums, collecting, and scientific culture in early modern Italy*. Berkley: University of California Press.
- Findlen, P. (2003). Scientific spectacle in baroque Rome: Athanasius Kircher and the Roman College Museum. In M. Feingold (Ed.), *Jesuit science and the republic of letters* (pp. 225–284). Cambridge, MA: MIT Press. (This article previously appeared as (Findlen, 1995))
- Findlen, P. (Ed.). (2004). *Athanasius Kircher: The last man who knew everything*. New York and London: Routledge. <https://b-ok.org/>

book/733142/d4a4e6.

- Fontana, J. (2016). *Methoden des Erinnerns und Vergessens: Johannes Fontanas Secretum de thesauro experimentorum ymaginationis hominum* (Vol. 68). Stuttgart: Franz Steiner Verlag. (Herausgegeben, übersetzt und eingeleitet von Horst Kranz)
- Frege, G. (1879). *Begriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens*. Halle: Verlag von Louis Nebert. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k65658c>, <https://archive.org/details/begriffsschriftu0000freg/page/n9/mode/2up/search/Lull>. (Introduction dated: 18 XII 1878. Reprinted in (Frege, 1993). Shortened version in (Berka & Kreiser, 1971). English translation in (van Heijenoort, 1967, pp. 1–82), <http://dec59.ruk.cuni.cz/~kolmanv/Begriffsschrift.pdf>)
- Frege, G. (1964a). *Begriffsschrift und andere Aufsätze* (I. Angelelli, Ed.). Hildesheim: Georg Olms Verlagsuchhandlung. archive.org/details/begriffsschriftu0000freg/mode/2up. (Zweite Auflage Mit E. Husserls und H. Scholz' Anmerkungen herausgeben von Ignacio Angelelli)
- Frege, G. (1964b). Über den Briefwechsel Leibnizesens und Huygens mit Papin. In I. Angelelli (Ed.), *Begriffsschrift und andere Aufsätze* (pp. 93–96). Hildesheim: Georg Olms Verlagsuchhandlung.
- Frege, G. (1993). *Begriffsschrift und andere Aufsätze* (I. Angelelli, Ed.). Hildesheim.
- Friedländer, P. (1937). Athanasius Kircher und Leibniz: Ein Beitrag zur Geschichte der Polyhistorie im XVII. Jahrhundert. *rendiconti. Atti della Pontificia Accademia Romana di Archeologia*, 13, 229–247.
- Glassie, J. (2012). *A man of misconceptions. The life of an eccentric in an age of change*. New York: Penguin Random House. (A *Scientific American* Best Science Book of 2012)
- Gorman, M. J. (2001). Between the demonic and the miraculous: Athanasius Kircher and the baroque culture of machines. In D. Stolzenberg (Ed.), *Encyclopedia of Athanasius Kircher* (pp. 59–70). Stanford: Stanford U. Libraries. docshare.tips/athanasius-kircher-and-the-baroque-culture-of-machines_57771ea9b6d87ff9378b49c1.html.
- Gouk, P. (2001). Making music, making knowledge: the harmonious universe of Athanasius Kircher. In D. Stolzenberg (Ed.), *Encyclopedia of Athanasius Kircher* (pp. 71–83). Stanford: Stanford U. Libraries.
- Hochstetter, E., Greve, H. J., & Gumin, H. (1979). *Herrn von Leibniz' Rechnung mit Null und Eins*. Siemens-Aktien-Ges., [Abt. Verlag].

- Hubka, K. (1981). The late seventeenth-century lullism in Caspar Knittel's. *Collectanea Franciscana*, 51, 65–82.
- Idel, M. (1988a). *Kabbalah: New perspectives*. New Haven-London: Yale University Press.
- Idel, M. (1988b). *Language, Torah and hermeneutics in Abraham Abulafia*. New York: State University of New York Press.
- Ineichen, R. (2008). Leibniz, Caramuel, Harriot und das Dualsystem. *Mitteilungen der deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 16(1), 12–15.
- Izquierdo, S. (1659). *Pharus scientiarum ubi quidquid ad cognitionem humanam humanitatis acquisibilem pertinet, ubertim iuxta, atque succinctè pertractatur*. Lugduni: Claudii Bovrgeat, Mich. Lietard. https://www.europeana.eu/portal/en/record/9200110/BibliographicResource_1000126649867.html, https://books.google.pl/books/ucm?vid=UCM5319088433&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- Kasik, S. (2015). *The esoteric codex: Christian kabbalah*. Morrisville, North Carolina: Lulu.com.
- Kennedy, H. (2006). *Peano: Life and works of Giuseppe Peano*. Hubert Kennedy.
- Kircher, A. (1636). *Prodromus coputs sive aegyptiacus*. Romae. https://books.google.co.th/books?id=KnATAAAQAQAJ&printsec=frontcover&hl=th&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- Kircher, A. (1641). *Magnes, sive de arte magnetica*. Romae: Hermanni Scheus sub signo Reginae. https://archive.org/details/bub_gb_nK1DAAAACAAJ/mode/2up.
- Kircher, A. (1643). *Lingua aegyptica restituta*. Romae: Hermanni Scheus, apud Ludovicum Grignanum. <https://books.google.pl/books?id=qEtB1x0frAIC&pg=PP21&dq=Lingua+aegyptica+restituta&hl=th&sa=X&ved=0ahUKEwiNgKHqxMLnAhXB66QKHVeTBNEQ6AEIYTAF#v=onepage&q=Lingua%20aegyptica%20restituta&f=false>.
- Kircher, A. (1650). *Musurgia universalis, sive ars magna consoni et dissoni, in x libros digesta* (Vols. 1–2). Rome: Francesco Corbelli. https://archive.org/details/bub_gb_97xCAAAACAAJ/page/n8/mode/2up. (Tom 1: księgi 1–7, tom II: księgi 8–10. Dedykowana Leopoldowi Wlhelmowi, arcyksięciu Austrii)
- Kircher, A. (1663). *Polygraphia nova et universalis, ex combinatoria arte detecta (etc.) in tria syntagmata distributa*. Romae: Varesius. <https://>

- books.google.co.th/books?id=-zV0AAAAcAAJ.
- Kircher, A. (1669). *Ars magna sciendi*. Amsterdam: Joannem Janssonius à Waesberge & Viduam Elizei Weyerstraet. <https://archive.org/search.php?query=ars%20magna%20sciendi>, <https://archive.org/search.php?query=ars%20magna%20sciendi>.
- Kircher, A. (1678). *Mundus subterraneus*. Amsterdam: Joannem Janssonius à Waesberge & Filios. <https://archive.org/details/mundussubterrane02kirc/page/n6/mode/2up>.
- Klotz, S. (1999). *Ars combinatoria* oder ‘musik ohne Kopfzerbrechen’ Kalküle des musikalischen von Kircher bis Kirnberger. *Musiktheorie*, 3, 231–247.
- Knittel, C. (1682). *Via regia ad omnes scientias et artes. Hoc est: Ars universalis scientiarum omnium artiumque arcana facilius penetrandi*. Praque: Typis Universitatis Carolo-Ferdinandae Pragae. <https://hdl.handle.net/2027/ucm.5326519013>, <https://reader.digitale-sammlungen.de/resolve/display/bsb11110333.html>.
- Knuth, D. E. (2006). *The art of computer programming* (Vol. IV Generating all trees. History of Combinatorial Generation). Boston: Addison-Wesley. https://openlibrary.org/works/OL14941576W/Art_of_Computer_Programming_Volume_4_Fascicle_4_The.
- Kopania, J. (2018). Leibniz i jego Bóg. Rozważania z Voltaire’em w tle. *Studia z Historii Filozofii*, 3(9), 69–101.
- Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near: When humans transcend biology*. New York: Viking. https://tantor-site-assets.s3.amazonaws.com/...Singularity/B0183_Singularity_PDF_1.pdf.
- Le Myésier, T. (1989). *Raimundus Lullus: Electorium parvum seu breviculum*. St. Peter Perg. 92 Karlsruhe: Dr Ludwig Reichert. <https://www.goodreads.com/book/show/7560546-raimundus-lullus---thomas-le-myesier-electorium-parvum-seu-breviculum>, <https://www.alamy.com/raimundus-lullus-thomas-le-mysier-electorium-parvum-seu-breviculum-after-1321-badische-landesbibliothek-cod-st-peter-perg-92-blatt-9v-after-1321-this-file-is-lacking-author-information-137-codex-st-peter-perg-92-09v-image188245927.html>. (Introduction: Gerhard Stamm. Textband Und Faksimile Der Handschrift St. Peter Perg. 92 Der Badischen Landesbibliothek)
- Leibniz, G. W. (1666). *Dissertatio de arte combinatoria*. Lipsiae: Joh. Simon. Fickium et Jolh. Polycarp. Senboldum.

- abirintoermetico.com/12ArsCombinatoria/Leibniz_G_W_Dissertatio_de_Arte_combinatoria.pdf, <https://archive.org/details/ita-bnc-mag-00000844-001/page/n11/mode/2up>.
- Leibniz, G. W. (1679). *De progressionem dyadica* (Vol. Pars I). (Published in facsimile (with German translation) in (Hochstetter, Greve, & Gumin, 1979))
- Leibniz, G. W. (1697). *Brief an den Herzog von Braunschweig-Wolfenbüttel Rudolph August, 2. Januar 1697*. <http://www.fh-augsburg.de/~harsch/germanica/Chronologie/17Jh/Leibniz/lei-bina.html>.
- Leibniz, G. W. (1703). Explication de l'arithmétique binaire, qui se sert des seuls caractères 0 et 1, avec des remarques sur son utilité, et sur ce qu'elle donne le sens des anciennes figures Chinoises de Fohy. *Memoires de l'Académie Royale des Sciences*, 3, 85–89.
- Leibniz, G. W. (1843). *Gesammelte Werke. Aus den Handschriften der Königlichen Bibliothek zu Hannover* (G. H. Pertz, C. L. Grotefend, & C. I. Gerhardt, Eds.). Hannover: Hahn-schen Hof-Buchhandlung. https://archive.org/details/bub_gb_u1AJAAAAQAAJ/page/n329/mode/2up.
- Leibniz, G. W. (1890a). Dialogus. In C. I. Gerhardt (Ed.), *Die philosophischen Schriften von G. W. Leibniz* (Vol. 7, pp. 190–193). Berlin. (Reprint: Hildesheim 1960)
- Leibniz, G. W. (1890b). *Philosophische Schriften* (Vol. 7; C. I. Gerhardt, Ed.). Berlin: Weidmann.
- Leibniz, G. W. (1929). Machina arithmetica in qua non additio tantum et subtractio sed et multiplicatio nullo, divisio vero paene nullo animi labore peragantur. In D. E. Smith (Ed.), *A source book in mathematics* (1st ed., pp. 173–181). New York: McGraw Hill Book Company. <https://archive.org/details/sourcebookinmath00smit/mode/2up>.
- Leibniz, G. W. (1989a). Letters to Nicolas Remond. In L. E. Loemker (Ed.), *Philosophical papers and letters: A selection* (2nd ed., Vol. 2, pp. 654–660). Dordrecht: Springer.
- Leibniz, G. W. (1989b). Letter to Thomas Hobbes. In L. E. Loemker (Ed.), *Philosophical papers and letters* (Vol. 2). Dordrecht: Springer.
- Leibniz, G. W. (1990). *Leibniz korrespondiert mit China: der Briefwechsel mit den Jesuitenmissionaren (1689–1714)* (R. Widmaier, Ed.). Frankfurt am Main: V. Klostermann.
- Leibniz, G. W. (2006). *Sämtliche Schriften und Briefe* (Vol. 1; Herausgegeben

- von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Ed.). Berlin: Akademie Verlag.
- Leinkauf, T. (1994). *Mundus combinatus* und *ars combinatoria* als geistesgeschichtlicher Hintergrund des Muesum Kircherianum in Rom. In A. Grote (Ed.), *Macrocosmos in Microcosmo. Die Welt in der Stube. Zur Geschichte des Sammelns 1450 bis 1800* (pp. 535–553). Oplanden.
- Leinkauf, T. (2001a). Athanasius Kircher. In W. S.-B. Helmut Holzhey Friedrich Ueberweg (Ed.), *Grundriss der Geschichte der Philosophie. Die Philosophie des 17. Jahrhunderts* (Vols. 4 Das Heilige Römische Reich Deutscher Nation, Nord- und Ostmitteleuropa, pp. 269–290). Basel: Schwabe Verlagsgruppe AG Schwabe Verlag.
- Leinkauf, T. (2001b). Lullismus. In W. S.-B. Helmut Holzhey Friedrich Ueberweg (Ed.), *Grundriss der Geschichte der Philosophie. Die Philosophie des 17. Jahrhunderts* (Vols. 4 Das Heilige Römische Reich Deutscher Nation, Nord- und Ostmitteleuropa, pp. 235–269). Basel: Schwabe Verlagsgruppe AG Schwabe Verlag.
- Ligonnière, R. (1992). *Prehistoria i historia komputerów*. Wrocław: Ossolineum.
- Link, D. (2010). Scrambling T-R-U-T-H. Rotating letters as a material form of thought. In S. Zielinski & E. Fuerlus (Eds.), *Variantology* (Vols. 4. On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies in the Arabic-Islamic World and Beyond, pp. 215–266). Cologne: König. http://www.alpha60.de/research/scrambling_truth/.
- Lull, R. (1985). *Ars brevis*. In A. Bonner (Ed.), *Selected works of Ramon Llull (1232–1316)* (Vol. 1, pp. 579–646). Princeton, N. J.: Princeton University Press.
- Lohr, C. (1984). Christianus arabicus, cuius nomen Raimundus Lullus. *Freiburger Zeitschrift für Philosophie und Theologie*, 31(1–2), 57–88.
- Lull, R. (2009). *The ultimate general art* (Y. Damberg, Ed.). Quebec. <https://academiaanalitica.files.wordpress.com/2016/10/lullus-ars-generalis-ultima-ars-magna.pdf>.
- Lull, R., & Bonner, A. (1985). *Selected works of Ramon Llull (1232–1316)* (Vols. 1–2; A. Bonner, Ed.). Princeton: Princeton University Press.
- Lullus, R. (1512). *Raymundi Lullij doctoris illuminati de nuoa logica. De correlatiis necnon . . .*. Google.com: Digitized by Google. <https://books.google.pl/books?id=WR1XAAAACAAJ&pg=PT278&lpg=PT278&dq=logica+now+lullus&source=bl&ots=>

DWiNFEEBrE&sig=PgyeyPJlAmsTEKwqd4TQBHiUY3Y&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwirxIK3lYDRAhXFWxQKHwflB_c4ChDoAQhFMAg#v=onepage&q=logica%20now%20lullus&f=false.

- Lullus, R. (1970). *Ars generalis ultima*. Frankfurt/Main: Minerva.
- Malcolm, N., & Stedall, J. (2005). *John Pell (1611–1685) and his correspondence with sir Charles Cavendish: The mental world of an early modern mathematician*. Oxford: Oxford University Press.
- McCorduck, P. (2004). *Machines who think: A personal inquiry into the history and prospects of artificial intelligence* (2nd ed.). Natick, MA: A. K. Peters. https://monoskop.org/images/1/1e/McCorduck_Pamela_Machines_Who_Think_2nd_ed.pdf.
- Mindel, N. (2007). *The Maharal to the rescue: And other stories of rabbi Yehuda Loew of Prague*. New York: Merkos Publications. (Avraham Ayache (Illustrator))
- Miniati, M. (1989). Les „cistae mathematicae” et l’organisation des connaissances au xviie siècle. In C. Blondel, F. Parot, A. Turner, & M. Williams (Eds.), *Studies in the history of scientific instruments* (pp. 43–51). London: Turner Books.
- Minsky, M. (1967). *Computation: Finite and infinite machines*. New York: Engelwood Cliffs. Prentice-Hall.
- Minsky, M. (2006). *The emotion machine. Commonsense thinking, artificial intelligence, and the future of the human mind*. New York: Simon & Schuster.
- Nicholas of Cusa. (2000). De coniecturis (On surmises). In *Nicholas of Cusa: Metaphysical speculations* (Vol. 2, pp. 163–297). Minneapolis: The Arthur J. Banning Press. <https://jasper-hopkins.info/DeConi12-2000.pdf>. (Translated from (Nicolai de Cusa, 1972))
- Nicolai de Cusa. (1972). *Opera omnia* (Vol. 3: De Coniecturis; J. Koch, K. Bormann, & H. G. Senger, Eds.). Hamburg: Meiner Verlag.
- Peano, G. (1903). De latino sine flexione: Lingua auxiliare internationale. *Revue de Mathématiques*, 8, 74–83. <http://www.gutenberg.org/files/35803/35803-h/35803-h.htm>.
- Peckhaus, V. (1994). Leibniz als Identifikationsfigur der britischen Logiker des 19. Jahrhunderts. In *VI. Internationaler Leibniz-Kongress. Vorträge. I. Teil, Hanover, 18.–22.7.1994* (pp. 589–596). Hannover: Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Gesellschaft.
- Peckhaus, V. (1997). *Logik, Mathesis universalis und allgemeine Wissenschaft. Leibniz und die Wiederentdeckung der formalen Logik im 19.*

- Jahrhundert*. Berlin: Akademie Verlag.
- Peckhaus, V. (1999). 19th century logic between philosophy and mathematics. *The Bulletin of Symbolic Logic*, 5(4), 433–450.
- Peckhaus, V. (2005). *Leibniz und die britischen Logiker des 19. Jahrhunderts*. [www-fakkw.upb.de/institute/philosophie/Personal/Peckhaus/Texte\\$_-\\$zum\\$_-\\$Download/leibnizboole.pdf](http://www-fakkw.upb.de/institute/philosophie/Personal/Peckhaus/Texte$_-$zum$_-$Download/leibnizboole.pdf). (Erweiterte und revidierte Fassung des Vortrag, gehalten am 22. Juli 1994 auf dem VI. Internationalen Leibniz-Kongreß in Hannover. (Peckhaus, 1994))
- Peckhaus, V. (2018). Leibniz’s influence on 19th century logic. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford encyclopedia of philosophy* (Winter 2018 ed.). Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/leibniz-logic-influence/>.
- Priani, E. (2017). Ramon llull. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford encyclopedia of philosophy* (Spring 2017 ed.). Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/llull/>.
- Reilly, C. (1955). Father A. Kircher, S. J.: Master of an hundred arts. *Studies: An Irish Quarterly Review*, 44(176), 457–468. www.jstor.org/stable/30098695.
- Reilly, C. (1974). *Athanasius Kircher S. J.: Master of a hundred arts, 1602–1680* (Vol. 1). Wiesbaden: Edizioni del Mondo.
- Scholz, H. (1931). *Geschichte der Logik*. Berlin: Junker und Dünhaupt.
- Schott, G. (1666). *Ioco-seriorum naturae et artis, siue, Magiae naturalis centuriae tres: accessit Diattibe de prodigiosis crucibus*. Würzburg. <https://searchworks.stanford.edu/view/209930>.
- Schuhmann, K. (2005). Leibniz’s letters to Hobbes. *Studia Leibnitiana*, 37(2), 147–160.
- Shelley, M. (1818). *Frenkenstein; or, the modern Prometheus* (Vols. 1–3). London: Lackington, Hughes, Harding, Mavor, & Jones, Finsbury Square. <http://www.gutenberg.org/ebooks/41445>.
- Shirley, J. W. (1951). Binary numeration before Leibniz. *American Journal of Physics*, 19(8), 452–454.
- Stolzenberg, D. (Ed.). (2001). *The great art of knowing: The baroque encyclopedia of Athanasius Kircher*. Stanford: Stanford University Libraries.
- Swade, D. (2002). *The difference engine: Charles Babbage and the quest to build the first computer*. Penguin Books.

- Swetz, F. J. (2003). Leibniz, the *Yijing*, and the religious conversion of the Chinese. *Mathematics Magazine*, 76(4), 276–291.
- Szapiro, G. G. (2010). *Numbers rule: The vexing mathematics of democracy, from Plato to the present*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Trzęsicki, K. (2006a). From the idea of decidability to the number Ω . *Studies in Grammar, Logic and Rhetoric*, 9(22), 73–142. <http://logika.uwb.edu.pl/studies>.
- Trzęsicki, K. (2006b). Leibniza idea systemu binarnego. In J. Kopania & H. Święczkowska (Eds.), *Filozofia i myśl społeczna XVII w.* (pp. 183–203). Białystok.
- Trzęsicki, K. (2006c). Leibnizjańskie inspiracje informatyki. *Filozofia Nauki*, 55(3), 21–48.
- Trzęsicki, K. (2020). Idea sztucznej inteligencji. *Filozofia i Nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne*, 8, 69–96. (Zeszyt monotematyczny pod redakcją Małgorzaty Czarnockiej i Mariusza Mazurka)
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind: A Quarterly Review of Psychology and Philosophy*, 59(236), 433–460. Retrieved from www.csee.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf
- Urvoy, D. (1980). *Penser l'Islam. Les présupposés Islamiques de l'“art” de Lull*. Paris: J. Vrin.
- Vass, P. (2016). *The power of three: Thomas Fowler. Devon's forgotten genius*. Boundstone Books.
- Verburg, P. A. (1969, September). Hobbes' calculus of words. In *International Conference on Computational Linguistics COLING 1969: Preprint no. 39*. Sönga Säby, Sweden. <https://www.aclweb.org/anthology/C69-3901>.
- Waddell, M. A. (2010). Magic and artificie in the collection of Athanasius Kircher. *Endeavour*, 34(1), 30–34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2009.11.003>
- Watkins, R. P. (1974). *Computer problem solving*. Sydney: John Willey & Sons Australasia.
- Whitehead, A. N. (1911). *An introduction to mathematics*. London: Williams and Norgate. <https://archive.org/details/introductiontoma00whit1a>.
- Wilkins, J. (1668). *An essay towards a real character, and a philosophical language*. London: Printed for SA: Gellibrand, and for John Martin Printer to the Royal Society. <https://archive.org/details/>

AnEssayTowardsARealCharacterAndAPhilosophicalLanguage/
mode/2up.

- Wilkins, J. (1694). *Mercury, or, The secret and swift messenger: Shewing, how a man may with privacy and speed communicate his thoughts to a friend at any distance*. London: Printed for Rich. Baldwin, near the Oxford Arms in Warwick-lane. https://archive.org/details/gu_mercuryorthes00wilk/page/n10/mode/2up.
- Yates, F. A. (1984a). *The art of memory* (Vol. 3). London, Melburne and Henley: Ark Paperbacks. https://monoskop.org/images/b/be/Yates_Frances_A_The_Art_of_Memory.pdf. (The book has been named one of the most significant non-fiction books of the 20th century.)
- Yates, F. A. (1984b). *Giordano Bruno and the hermetic tradition* (Vol. 2). London, Melburne and Henley: Ark Paperbacks. (The book has been named one of the most significant non-fiction books of the 20th century.)